



# Experiencias metodológicas

para la gestión del riesgo



UNIVERSIDAD  
DE LA COSTA  
1970

Celene Milanés Batista  
Claudio Fabian Szlafsztein

# Experiencias metodológicas para la gestión del riesgo

Celene Milanés Batista  
Claudio Fabian Szlafsztain



551.2

M637 Milanés Batista, Celene

Experiencias metodológicas para la gestión del riesgo / Celene Milanés Batista,  
Fabian Szlafsztain. – Barranquilla: Corporación Universidad de la Costa, CUC, 2018

208 páginas, ilustraciones, gráficos, mapas

Terremotos

Desastres naturales

Geología



### **Experiencias metodológicas para la gestión del riesgo**

**Autores:** Celene Milanés Batista  
Claudio Fabian Szlafsztain

ISBN: 978-958-8921-69-3 (Digital)

Primera Edición  
Corporación Universitaria de la Costa, CUC



Diseño y diagramación:  
Lauren J. Castro Bolaño  
Gerente EDUCOSTA S.A.S  
Editorial Universitaria de la Costa,  
EDUCOSTA S.A.S  
Teléfono: (575)3362222  
educosta@cuc.edu.co

Hecho el depósito que exige la ley.

© Todos los derechos reservados, 2018

Esta obra es propiedad intelectual de sus autores y los derechos de publicación han sido legalmente transferidos al editor. Queda prohibida su reproducción parcial o total por cualquier medio sin permiso por escrito del propietario de los derechos de copyright.



## ***Agradecimientos***

*Los autores desean agradecer por los apoyos y soportes brindados, a las siguientes instituciones donde labora el equipo de autores que forman parte de esta producción científica.*

*Al Departamento de Civil y Ambiental de la Corporación Universitaria de la Costa (CUC).*

*Al Departamento de Arquitectura y Diseño de la CUC.*

*A la Universidad de Oriente, dentro de ella, al Centro de Estudios Multidisciplinarios de Zonas Costeras (CEMZOC) y a las Facultades de Construcción e Ingeniería Eléctrica.*

*Al Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas de Cuba (CENAIIS).*

*A la Universidad Autónoma del Caribe, Colombia.*

*A la Universidad Politécnica de Manabí en Ecuador.*

*A la Universidad Federal do Pará, Belém, Brasil.*

*De igual modo los autores desean dar un agradecimiento especial, al colectivo de trabajo de la Editorial Educosta, con especial énfasis a Lauren J. Castro Bolaño, Gerente de la Editorial Universitaria de la Costa y a Carolina Mercado Porras.  
A todos, nuestro especial agradecimiento.*

# Presentación

El presente libro ha sido elaborado en el marco de los convenios interinstitucionales realizado entre la Corporación Universitaria de la Costa (CUC), de Barranquilla, Colombia, la Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba, La Universidad Técnica de Manabí, Ecuador y la Universidad Federal do Pará, Brasil. Los resultados de sus capítulos forman parte de dos productos científicos derivados de los proyectos INDEX: "Ciudades resilientes: minimización de vulnerabilidades ante fenómenos meteorológicos extremos y cambios climáticos en comunidades costeras", y "Metodología para el aprovechamiento de materiales autóctonos renovables en zonas rurales y costeras de Ecuador con fines constructivos", ambos financiados por la CUC. Otro grupo de resultados se corresponden con las salidas científicas del proyecto CAPE/MES CUBA 190/13 "Capacitação para minimizar as vulnerabilidades das comunidades costeiras no enfrentamento aos fenômenos meteorológicos extremos e as mudanças climáticas".

Cuba, Colombia, Ecuador y Brasil son países que comparten relaciones histórico-culturales, económicas y científicas. Es precisamente este diálogo científico el que continúa promoviendo que hoy se unan profesores de estas cuatro naciones costeras, en las cuales se coordinan programas de formación en pregrado y postgrado, para abordar los diferentes contenidos recogidos en el libro. El resultado contribuye a la formación de capacidades en temas de gestión integrada del riesgo para el enfrentamiento a los desastres, con énfasis en el medio ambiente costero.

Los capítulos descritos en el libro, dan continuidad a un primer ejemplar publicado por la editorial Educostas en el año 2017. En esta ocasión, se presentaron algunos aportes y visiones teórico-metodológicas sobre amenazas, vulnerabilidades, riesgos y desastres. A diferencia de ese otro producto, el tomo que usted tiene hoy ante sus ojos, contiene resultados de investigación científica formulados y aplicados durante largos años de estudio. La manera en que se encuentran ilustrados y escritos sus capítulos fomenta una lectura amena en quienes lo consultan.

Debo reconocer que este libro denominado, "*Experiencias Metodológicas para la Gestión del Riesgo*", es ante todo una obra de enseñanza, demostración y progreso sobre temas que transitan desde los modelos para gestionar el riesgo costero, hasta los de educación ambiental para la gestión de riesgos, la socialización en comunidades sobre mitigación y

prevención de desastres, la contribución de la telefonía móvil en los Sistemas de Alertas Tempranas, así como las diferentes soluciones ingenieras, necesarias para gestionar el riesgo de manera adecuada. Desde la primera hasta la última página, el libro prepara a los lectores en la búsqueda y actualización constante de otras importantes fuentes bibliográficas y casos de estudios sobre los temas abordados, algunos de los cuales han sido descritos y citados en sus diez capítulos. Sin más, los exhortamos a que disfruten de este ejemplar y quedamos atento ante sus sugerencias.

*Dra. Celene Milanés Batista  
Belém, Brasil, abril de 2018*

# Prólogo

Las zonas costeras son el escenario preferencial del desarrollo de nuestras sociedades. En América Latina, los iniciales asentamientos allí establecidos han sido parte fundamental del puente con el resto del mundo, permitiendo conocer culturas diferentes y ser reconocidos por otras sociedades. La construcción social, económica, política, cultural de nuestros países, hoy refleja la importancia de estudiar, desde la perspectiva del riesgo, las ya transformadas ciudades costeras. No es posible pensar en Cuba sin la influencia de la obra patrimonial costera de La Habana y Santiago de Cuba. De Brasil, sin las bellezas de sus playas y cuencas hidrográficas enmarcadas entre algunas de las regiones metropolitanas más densamente pobladas como Rio de Janeiro y Salvador de Bahía, o en Ecuador y Colombia sin su naturaleza, musicalidad y culinaria, así como la “magia literaria”, tan particular, de Cartagena y Santa Marta ubicadas en el Caribe.

Estas ciudades costeras son también el ambiente de una prolongada y continua interacción de procesos climáticos, meteorológicos, geológicos, geomorfológicos y oceanográficos, movidos por la influencia de la energía solar, donde, dinámicamente son construidas y destruidas playas arenosas, arrecifes, acantilados, manglares, estuarios, entre otros ecosistemas frágiles.

Los riesgos y desastres que aparecen muy comunes en las zonas costeras son una fuerte evidencia de los conflictos existentes entre la naturaleza y el hombre. La sociedad no debe acostumbrarse a pensar en la ocurrencia de esos procesos naturales sin tomar acciones de prevención. Ante esto, vale recordar las permanentes condiciones de vulnerabilidad (social, económica, política), que persisten en América Latina que derivan en la aparición de ciertos desastres.

En este contexto, la gestión de riesgo de desastres propone a la sociedad el desafío de encontrar estrategias, medidas, formas y acciones tecnológicas, que permitan, hoy y en el futuro, la convivencia armónica y sostenible con la naturaleza en los ambientes terrestres y marinos.

El libro “Experiencias Metodológicas para la Gestión del Riesgo” nos plantea una interesante lectura, que permitirá ser una referencia para tomadores de decisiones y académicos en la comprensión de métodos aplicados y, en el conocimiento de experiencias o prácticas de

actuación, algunas de ellas exitosas, ante los impactos de los desastres en zonas costeras. Se espera que, desde una perspectiva propia de la región, promueva el encuentro de caminos para resolver, total o parcialmente, los obstáculos que impiden el desarrollo sostenible de las ciudades costeras.

Buena lectura para todos.

*Claudio Fabián Szlafsztein*  
*Belém, Brasil, abril de 2018*



# Contenido

<b>Presentación .....</b>	<b>5</b>
<b>Prólogo .....</b>	<b>7</b>
<b>Capítulo 1:</b>	
<b>Modelo para la gestión de riesgos costeros basado en procesos .....</b>	<b>11</b>
<i>Liber Galván, Celene Milanés Batista</i>	
<b>Capítulo 2:</b>	
<b>Los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos de desastres en Cuba .....</b>	<b>26</b>
<i>Ofelia Pérez Montero, Celene Milanés Batista, Isabel Poveda Santana y Yanet Cruz Portorreal</i>	
<b>Capítulo 3:</b>	
<b>Contribución de la telefonía móvil a los Sistemas de Alertas Tempranas para gestionar el riesgo en Cuba .....</b>	<b>54</b>
<i>Ángel Antonio Ravelo Batista, Celene Milanés Batista</i>	
<b>Capítulo 4:</b>	
<b>La educación ambiental en la gestión de riesgos: una visión holística en pro de la sostenibilidad .....</b>	<b>86</b>
<i>Yunior Ramón Velázquez Labrada, Ricardo Domínguez Hopkins, Mayelín Pérez Benítez</i>	
<b>Capítulo 5:</b>	
<b>Socialización de información sobre mitigación y prevención de desastres en comunidades vulnerables .....</b>	<b>101</b>
<i>Tomás J. Chuy Rodríguez, Celene Milanés Batista</i>	
<b>Capítulo 6:</b>	
<b>Amenazas naturales e inducidas en la región Suroriental de Cuba: sus consideraciones para la gestión de riesgos .....</b>	<b>114</b>
<i>Celene Milanés Batista, Tomás J. Chuy Rodríguez, Ana Lourdes Brito</i>	

<b>Capítulo 7:</b>	
<b>Diagnóstico y prospectiva para la gestión del riego de desastres en un cantón vulnerable: Portoviejo .....</b>	<b>141</b>
<i>Celene Milanés Batista, Raúl Vinicio Hidalgo Zambrano</i>	
<b>Capítulo 8:</b>	
<b>Riesgos causados por la erosión costera en la provincia de Santiago de Cuba. Ideas para su gestión .....</b>	<b>161</b>
<i>Liber Galbán Rodríguez</i>	
<b>Capítulo 9:</b>	
<b>Soluciones ingenieras preliminares para la gestión de riesgos: el caso de la carretera Guamá- Granma .....</b>	<b>181</b>
<i>Liber Galbán Rodríguez, Carlos David Cabrera Sera</i>	
<b>Capítulo 10:</b>	
<b>Riesgos en ciudades costeras de Colombia: los casos de Barranquilla y Cartagena de Indias .....</b>	<b>193</b>
<i>Celene Milanés Batista, Rosario Cochero Cermeño, Carmen Elena Meza Estrada</i>	

# CAPÍTULO 1

## Modelo para la gestión de riesgos costeros basado en procesos

**Liber Galván\***

**Celene Milanés Batista\*\***

\* Departamento de Hidráulica. Universidad de Oriente. Cuba.

\*\* Departamento de Civil y Ambiental. Universidad de la Costa. Colombia.

### Resumen

Son muchas las amenazas de origen natural a las cuales están expuestas las ciudades costeras. Inundaciones por penetraciones del mar o intensas lluvias, fuertes vientos, las consecuencias del aumento acelerado del nivel medio del mar ante el efecto del cambio climático, entre otros peligros, ocurren frecuentemente en la mayoría de estas grandes urbes. En los últimos años, surge la gestión integrada de riesgos costeros como una disciplina científica para enfrentar de manera preventiva estos peligros. En este capítulo se expone un modelo para la gestión integrada de los riesgos costeros basado en procesos. Se presenta la estructura metodológica del modelo el cual queda estructurado en cuatro etapas: 1) diagnóstico del conjunto de instituciones que intervienen en la gestión de riesgos costeros; 2) proceso de evaluación de riesgos costeros; 3) proceso de planeamiento de estrategias de actuación e implementación de medidas de mitigación de riesgos, y, por último, 4) proceso de mejora continua de la gestión de riesgos costeros. El modelo propuesto tiene una perspectiva multidisciplinaria y contribuye a mejorar la gestión de riesgos de la Defensa Civil Cubana para enfrentar de manera anticipada situaciones de desastres.

11

Experiencias metodológicas  
para la gestión del riesgo

## 1. Introducción

Los estados insulares son altamente vulnerables ante diferentes amenazas de origen natural (Botero y Milanés, 2015), (Ver Figura 1). Los efectos del cambio climático, que afectan particularmente las zonas costeras, debido al continuo ascenso del nivel medio del mar, así como los eventos hidrometeorológicos intensos, — *que resultan en la formación de tormentas, huracanes extremos o eventos periódicos recurrentes como inundaciones y sequías por los fenómenos del El Niño y La Niña*—, provocan serios problemas de acreción y erosión costera, pérdida de ecosistemas vulnerables y, en muchos casos, serios daños materiales y humanos que derivan en la desaparición de importantes especies, (Ver Figuras 2-4).



**Figura 1.** Estados insulares vulnerables al cambio climático Grenada, Madagascar y Haití (Fuentes: Botero, 2013, [http://farm3.static.flickr.com/2091/1762324322\\_c3f41497af\\_b.jpg](http://farm3.static.flickr.com/2091/1762324322_c3f41497af_b.jpg) y [http://haitiotrosterremotos.info/wp-content/uploads/2014/01/IMG\\_3051sel.jpg](http://haitiotrosterremotos.info/wp-content/uploads/2014/01/IMG_3051sel.jpg)).



**Figura 2.** Hotel Bucanero e instalaciones turísticas y viviendas ubicadas en Santiago de Cuba, desbastadas tras el paso del huracán Sandy. (Foto: Vicente, 2012).



**Figura 3.** Acreción y pérdida de ecosistemas frágiles: *playas y manglares*. (Fuente: Iturralde, 2009).



**Figura 4.** Penetraciones del mar por eventos extremos en ciudad de La Habana y Baracoa (Fuente: Pedroso, 2011).

Para contrarrestar y minimizar las pérdidas y daños económicos, materiales y de vidas humanas, surge la gestión integral de riesgos costeros. En los últimos años numerosos científicos se dedican a estudiar esta disciplina y a desarrollar novedosas herramientas de planificación para elevar la resiliencia urbana (Milanés et al., 2015).

El creciente interés y preocupación de los investigadores sobre los efectos derivados del cambio climático y, los nuevos riesgos que esta amenaza trae aparejada, promueven la necesidad de considerar las relaciones que se establecen entre la gestión del riesgo y los nuevos mecanismos que, especialmente en los estados insulares, se promueven para la adaptación y mitigación de las ciudades costeras. En estas regiones se busca establecer sinergias que fortalezcan la acción eficiente y eficaz de estos procesos de prevención (Zapata, et al. 2010).

En la actualidad, la gestión integral de riesgos, independientemente de sus características particulares, se encamina decididamente hacia esquemas basados en procesos, tal como ocurre en el resto de las industrias y los servicios. En el mundo han surgido muchas herramientas de trabajo en diferentes áreas del desarrollo humano bajo el principio de la gestión por procesos (Narváez et al, 2009; Lavell, 2009) las cuales no incluyen la gestión de riesgos costeros dentro de sus aplicaciones, por tanto, sí se necesita entender el enfoque de procesos aplicando sus principios a la *gestión de riesgos costeros*, es necesario extrapolar todos sus componentes.

Ejemplo de esto es la formulación de la “misión” que se erige en la gestión de riesgos costeros. La “organización”, se corresponde con el conjunto de instituciones (científicas, productivas, educativas, prestadoras de servicios, entre otras) que intervienen en la gestión riesgos costeros con su actual estructura de

dirección. El “cliente” está representado por la comunidad y, los “procesos,” son el conjunto de recursos y actividades interrelacionadas que inciden de manera significativa en la gestión de riesgos, la cual requiere ser mejorada, y que por ende dependen de los procesos de diagnóstico, evaluación, planeación estratégica y mejora continua. Los “subprocesos” son a su vez los pasos que se deben realizar para garantizar, por ejemplo, la evaluación de riesgos costeros.

El capítulo que se presenta persigue como objetivo fundamental, dar a conocer un novedoso modelo diseñado para la gestión de riesgos costeros basado en procesos el cual ha sido validado en la República de Cuba. Se explican, de manera sintética, la estructura metodológica que sustenta el modelo y sus diferentes niveles de análisis. Finalmente se arriban a importantes consideraciones sobre la nueva propuesta.

## 2. Materiales y métodos

La metodología empleada se centró en el análisis de la producción científica referida al riesgo costero, la gestión de riesgos basada en procesos y, los efectos el cambio climático en ciudades litorales. Se particulariza en la región del Caribe. Fueron considerados los informes de organismos internacionales competentes en esta materia tales como, la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de la ONU (EIRD/UNISDR); los Grupos de Trabajo “Gestión del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático”; “Agricultura, Ganadería y Adaptación al Cambio Climático”, el “*Annual report on regional progress and challenges in relation to the 2030, Agend for Sustainable Development in Latin America and the Caribbean*”, (ECLAC, 2017) entre otros reportes.



Se examinaron las directivas aprobadas por el Estado cubano para el estudio de los peligros y vulnerabilidad en la zona costera (Directiva 1, 2010; AMA, 2014) y se identificaron los principales resultados y experiencias de las instituciones ambientales y de gestión de riesgos del país, como estrategias de respuesta a la reducción de desastres y al cambio climático. En la formulación de la propuesta se consideraron además los criterios de 22 expertos en los temas abordados.

Durante las diferentes etapas de la investigación, se realizó una constante consulta en algunas bases de datos especializadas en temas de amenazas o peligros, vulnerabilidades y riesgos, así como en tópicos ambientales. Destacan los artículos consultados en Open Access tales como *Online Access to Research in the Environment* (OARE), del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y, artículos indexados en bases de datos de prestigio tales como en Scopus, Elsevier que hoy son líderes de la información científica mundial. También fueron consultadas otras bases como EBSCO Publishing y las Redes de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal: Latindex, Redalyc y Scielo. Estos sitios web visitados fueron igualmente examinados mediante los buscadores Bing e Ixquick y Google.

Se registraron un total de 314 registros bibliográficos. Se aplicó un análisis tendencial de información. Los resultados y directivas cubanas que fueron tomadas en consideración, así como los 22 expertos consultados, se vinculan al Grupo Nacional de Trabajo de los estudios de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgos (PVR), al programa Nacional de Cambio Climático y a las instituciones regionales del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente de Cuba.

Este capítulo constituye una investigación que fomenta la elaboración de un nuevo marco metodológico. Parte de la revisión y valoración de las principales publicaciones e instructivos teóricos sobre el tema de riesgo basado en procesos, el cual es tomado como sustento para formular un nuevo modelo para la gestión integrada del riesgo costero. La aplicación de los métodos histórico – lógico y de análisis y síntesis, permitió comparar los diferentes enfoques teórico-metodológicos, así como el avance obtenido en la puesta en práctica de experiencias concretas llevadas a cabo para la gestión del riesgo costero.

### 3. Desarrollo

A finales de la década de los ochenta del pasado siglo XX, derivado de la necesidad de incrementar la calidad, eficiencia y eficacia en los procesos económico-productivos y de servicios de las distintas organizaciones en el mundo capitalista desarrollado, y como respuesta a los retos que imponía la globalización de los mercados, la informatización y el acceso a la información, surge una nueva herramienta de gestión, la que se denominó gestión por procesos, enfoque basado en procesos o, enfoque de procesos (Galbán et al., 2010; 2012).

La gestión por procesos es la forma de gestionar toda la organización basado en los procesos, entendiendo éstos como cualquier actividad, o conjunto de actividades ligadas entre sí, que utiliza recursos y controles para transformar, elementos de entrada tales, como: especificaciones, recursos, información y servicios, en resultados o salidas -otras informaciones, servicios, entre otras. Los resultados de un proceso han de tener un valor añadido respecto a las entradas y pueden constituir directamente elementos de entrada del siguiente proceso (ISO 9001/2008).

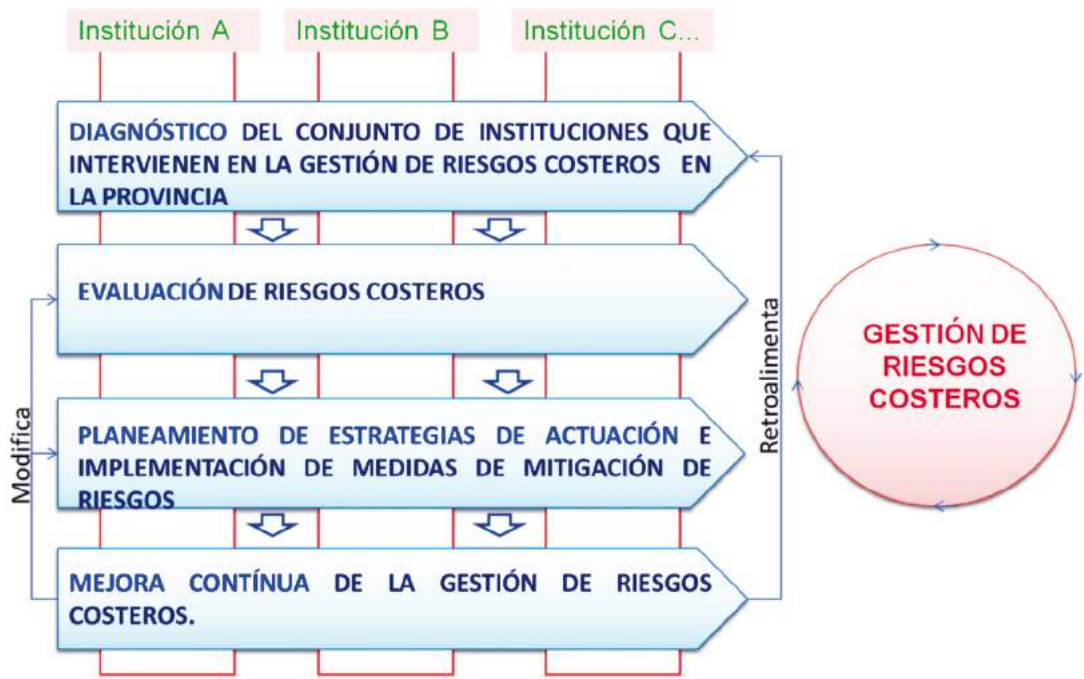


Se pueden identificar tres tipos de procesos en una organización (Narváez, 2009): 1) Procesos Claves o Misionales (responden directamente a la misión o Razón de Ser de la entidad), 2) Procesos de Apoyo, (proveen y administran recursos humanos, recursos financieros, infraestructura, servicios, tecnología de información, entre otros requeridos para que los procesos claves puedan ocurrir), y 3) Procesos de Dirección (proveen el direccionamiento de la organización; tienen que ver con la planificación estratégica, la asignación de recursos y la evaluación del desempeño de la organización como un todo).

Los procesos pueden ser desglosados o desplegados al nivel de detalle que sea necesario. De este modo, un proceso puede ser desglosado en subprocesos y éstos en actividades generales y así sucesivamente, hasta llegar a un nivel de mayor detalle como son las tareas específicas. La ventaja fundamental está en la mejora de varios

aspectos de la gestión institucional, donde los elementos organizativos, el trabajo en equipo y la calidad en sus servicios o producciones se ven incrementados y potenciados particularmente, asegurando que todos los procesos de la organización se desarrollen de forma coordinada, mejorando la efectividad y la satisfacción de todas las partes interesadas. Este enfoque cuenta con un conjunto de términos, características o condiciones, métodos, y pasos a seguir para su implantación, los cuales son necesarios para facilitar su interpretación y aparecen descritos en la literatura publicada sobre el tema.

La interpretación y aplicación de los principios generales del enfoque de procesos a la gestión de riesgos costeros, constituye una herramienta efectiva para la prevención de desastres y contribuye de forma anticipada a la toma de decisiones. La figura 5 muestra la estructura general del modelo propuesto, (Ver Figura 5).



**Figura 5.** Esquema general del modelo para la gestión de riesgos costeros basado en procesos.

Como se aprecia en la figura 5, el modelo que se propone está conformado por 4 fases de análisis las cuales se relacionan a continuación.

1. Diagnóstico del conjunto de instituciones que intervienen en la gestión de riesgos costeros.
2. Proceso de evaluación de riesgos costeros.
3. Proceso de planeamiento de estrategias de actuación e implementación de medidas de mitigación de riesgos.
4. Proceso de mejora continua de la gestión de riesgos costeros.

Estos procesos, se consideran como procesos claves, los mismos deben cumplir con las indicaciones generales de la Defensa Civil cubana, donde, según sus lineamientos, el responsable de organizar y dirigir el grupo multidisciplinario es el presidente del Consejo de Defensa (Directiva 1, 2005; 2010; AMA, 2014). Este grupo multidisciplinario que participará en los procesos, además de realizar las funciones básicas que hasta ahora han ejecutado sus miembros de forma independiente, deberá participar de manera activa y conjunta en todos los procesos, subprocesos y actividades que se realicen, para que su contribución se mantenga en todos los niveles de análisis.

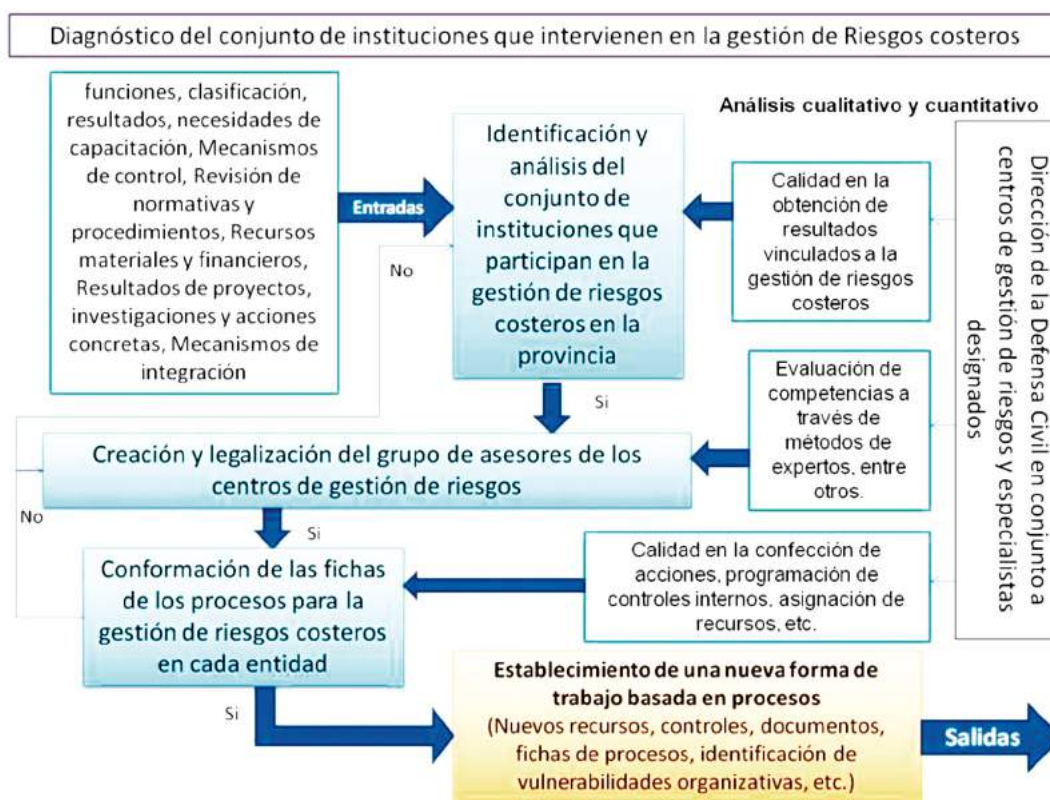
El modelo finalmente pretende introducir desde la macro estructura, los principios de la gestión por procesos, para que sean asumidos paulatinamente por la generalidad de las instituciones que intervienen en la gestión de riesgos costeros en Cuba, y con ello, orientar el trabajo de las mismas hacia mecanismos más efectivos de integración multidisciplinaria con eficiencia, control y seguridad. Las acciones de control y rectificación de lo realizado deberán siempre ejecutarse con el empleo de indicadores

cualitativos y cuantitativos, muchos de ellos descritos en metodologías, normas técnicas y métodos ya publicados por otros autores. A continuación, se detallan todos los procesos que contempla el modelo:

### ***3.1. Proceso de diagnóstico del conjunto de instituciones que intervienen en la gestión de riesgos costeros***

El objetivo del diagnóstico es determinar los recursos institucionales que expresan el conocimiento de la organización y su utilización para proponer proyectos o soluciones que permitan la representación del conocimiento organizacional, su aprovechamiento y uso en el mejoramiento cualitativo de la organización; o sea, determinar el estado en que se encuentran sus componentes y su posición estratégica actual respecto a la gestión de riesgos costeros. Para ello se precisa ejecutar distintos subprocesos. De forma simplificada sus relaciones pueden verificarse en la Figura 6.

El diagnóstico se debe realizar a partir del conocimiento de cuáles son las principales entidades o elementos que intervienen tanto en la generación, como en la reducción y mitigación riesgos costeros en la región de estudio, -entendida como la provincia o el municipio costero-; así como, la revisión de sus relaciones con la finalidad de establecer mecanismos de integración multidisciplinaria. Estos análisis se realizan a través de distintos indicadores, entre ellos: funciones, clasificación, factores que están influenciando sobre el accionar de las mismas, estado de los recursos, resultados en función de la gestión de riesgos costeros, entre otros. Se identifican además cuáles factores de vulnerabilidad interna y externa (económicos, ambientales, físicos, sociales,



**Figura 6.** Esquema general del árbol del proceso de diagnóstico.

institucionales, políticos, cognoscitivos, etc.) presenta la organización, que le impiden o facilitan la realización eficiente, tanto de su actividad diaria, como su intervención en el proceso de gestión de riesgos costeros, (elementos que constituyen las salidas del proceso y entradas para procesos posteriores). Este conocimiento permite no solo trazar objetivos, acciones, metas, sino también brinda la posibilidad de mejorar su actuación.

Los elementos expuestos con anterioridad son importantes para las proyecciones futuras, debido a que de acuerdo con el resultado de este análisis podrá realizarse una selección adecuada de las instituciones que participen en los proyectos que se desarrollen. Paralelamente permite marcar la dinámica de los procesos institucionales, ya que las estructuras organizativas del

territorio pueden sufrir variaciones. Un aspecto importante es el establecimiento de convenios de trabajo entre la Defensa Civil, los centros de gestión de riesgos y las entidades, estableciendo la obligatoriedad de participación en las acciones que se proponen.

La creación y legalización del grupo de asesores de los Centros de Gestión de Riesgos, permite la participación multidisciplinaria de especialistas de la región o provincia objeto de análisis en el proceso, así como su inserción en la planificación de reuniones periódicas, visitas a emplazamientos, entidades y la realización de controles u otras actividades.

La conformación de las fichas de los procesos para cada entidad es un elemento esencial, ya que introduce este nuevo modo

de trabajo, en estas se identifican los datos fundamentales, estructura, departamentos, especialistas que participan en el proceso y las tareas específicas que realizan. Del mismo modo se elaboran los controles de la calidad de la actividad que se realiza asegurando la integración multidisciplinaria. Estas fichas incluirán además los resultados históricos durante la ejecución de proyectos, así como los recursos (humanos, económicos) con que cuenta la organización y su nivel de calificación o actualización, de manera que este conocimiento permita mejorar y aplicar las medidas de mitigación más adecuadas según sea el caso.

### 3.2. Proceso de evaluación de riesgos costeros

El objetivo de este proceso es disponer y difundir datos, informaciones y conoci-

mientos que permitan y faciliten la efectiva evaluación de riesgos costeros, de forma tal que sean asequibles a quienes tienen que tomar decisiones posteriores. De forma simplificada el proceso y sus relaciones puede verificarse en la Figura 7.

La emisión de tareas técnicas de evaluación de riesgos costeros deberá realizarse en conjunto por la Defensa Civil y los Centros de Gestión de Riesgos municipales y provincial. Éstas están encaminadas a indicar las evaluaciones de riesgos necesarias para la realización de acciones futuras, tanto en función de las fases de los desastres reconocidas en Cuba (*informativa, alerta, alarma y recuperativa*), como de los distintos procesos de ordenamiento territorial, planificación física e ingenieriles que se ejecuten en el territorio.

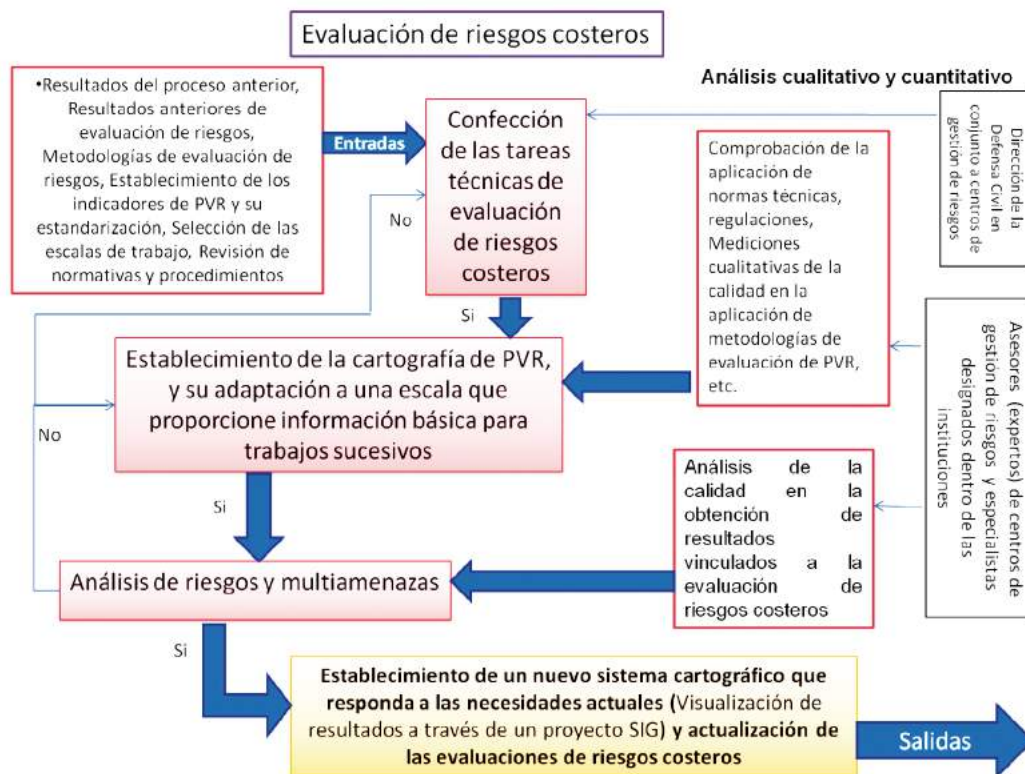


Figura 7. Esquema general del árbol del proceso de evaluación de riesgos costeros.

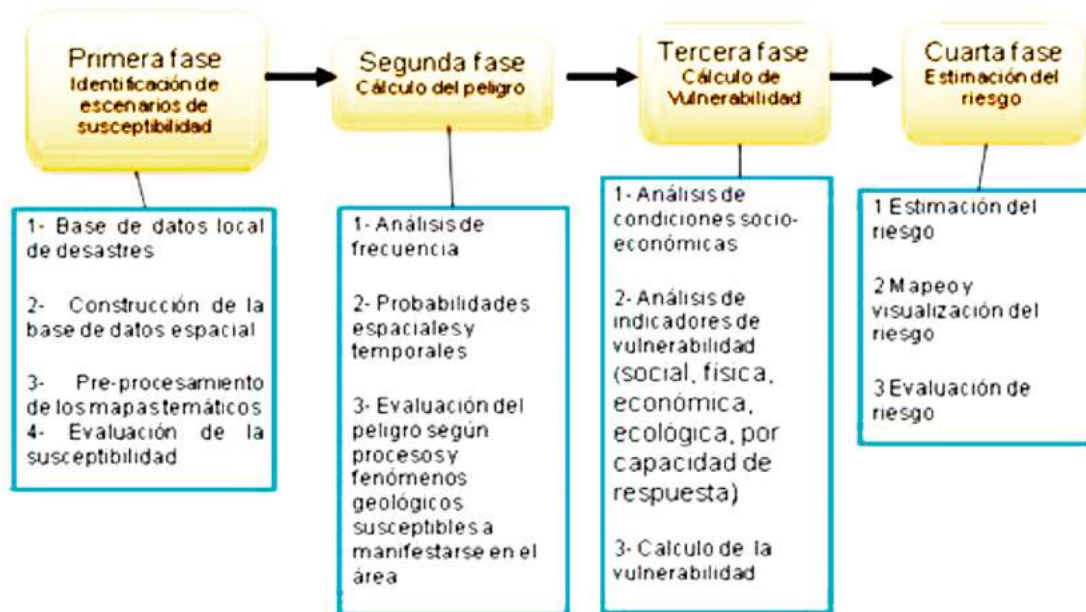


Los procesos de elaboración cartográfica y caracterización de los principales riesgos costeros se realizan por varias instituciones, dentro de las que siempre existirá una que lidera la evaluación de uno o más riesgos; esta multidisciplinariedad permitirá la obtención de una información más precisa y confiable. Para cumplir con estos subprocesos, deberán cumplimentarse varias fases que se describen en el esquema representado la Figura 8.

En la evaluación de riesgos costeros también se hace necesario tener en cuenta: 1) La selección de los indicadores de evaluación de los peligro, vulnerabilidad y riesgo (PVR); 2) La estandarización y clasificación de los indicadores y niveles de PVR y, 3) El establecimiento progresivo de escalas de estudios dirigidas a lograr cada vez un mayor detalle.

Hoy en día los especialistas y decisores no siempre cuentan con una base sistematizada que de forma simple les permita realizar interpretaciones rápidas de los resultados de estudios de PVR realizados; es por esto, que una adecuada selección y sistematización de estos indicadores constituye una herramienta de gestión importante que apoya las estimaciones cartográficas y su interpretación por parte de los distintos actores que intervienen en la toma de decisiones.

La uniformidad en el tratamiento de la información, independientemente de su procedencia, origen y posterior empleo es de importancia relevante. Por esta razón se sugiere estandarizar los indicadores de PVR clasificándolos en una escala de cero a uno (0 -1) siguiendo niveles de la manera que se indica en la Tabla 1.



**Figura 8.** Fases y tareas principales para realizar los estudios de PVR.

**Tabla 1.** Clasificación y valores para estandarización de PVR. (Fuente: Galván, 2014).

	1er. Nivel	2do. Nivel	3er. Nivel	4to. Nivel
Peligro	Ninguno – Bajo (0 – 0,25)	Moderado (0,26 – 0,5)	Alto (0,51 – 0,75)	Muy alto (0,76 – 1)
Vulnerabilidad	Ninguna – Baja (0 – 0,25)	Moderada (0,26 – 0,5)	Alta (0,51 – 0,75)	Muy alta (0,76 – 1)
Riesgo	Ninguno – Bajo (0 – 0,25)	Moderado (0,26 – 0,5)	Alto (0,51 – 0,75)	Muy alto (0,76 – 1)

La propuesta integra en una escala numérica estandarizada todas las estimaciones de PVR, haciendo la comparación más asequible; acción que matemáticamente se realiza aplicando métodos de normalización e interpolación. La selección del método dependerá de los evaluadores y puede realizarse automáticamente con la ayuda de software profesionales (tabuladores) compatibles con los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Estas estandarizaciones facilitan los siguientes aspectos:

- El trabajo con indicadores que matemáticamente (luego de estandarizados) tienen una misma unidad de medida, permite que los resultados de las formulaciones de PVR sean más confiables.
- La asignación de pesos más adecuados a los indicadores utilizados en las formulaciones.
- Interpretaciones más asequibles de los mapas por la comunidad en general y por tanto tomas de decisiones más certeras sobre la continuidad o no de los distintos procesos o inversiones que se estén analizando, así como otros elementos que fundamentan los estudios de pre factibilidad y factibilidad técnico – económica y las medidas organizativas pre y post desastre.
- Uniformidad en las clasificaciones y la información de salida de los mapas.

Para la confección de los diferentes mapas se tomarán en consideración cinco tipos

de cartografía según la escala de trabajo: 1)- Escala nacional, 2)- Escala regional, 3)- Escala Media, 4)- Escala detallada, 5)- Investigación de sitio.

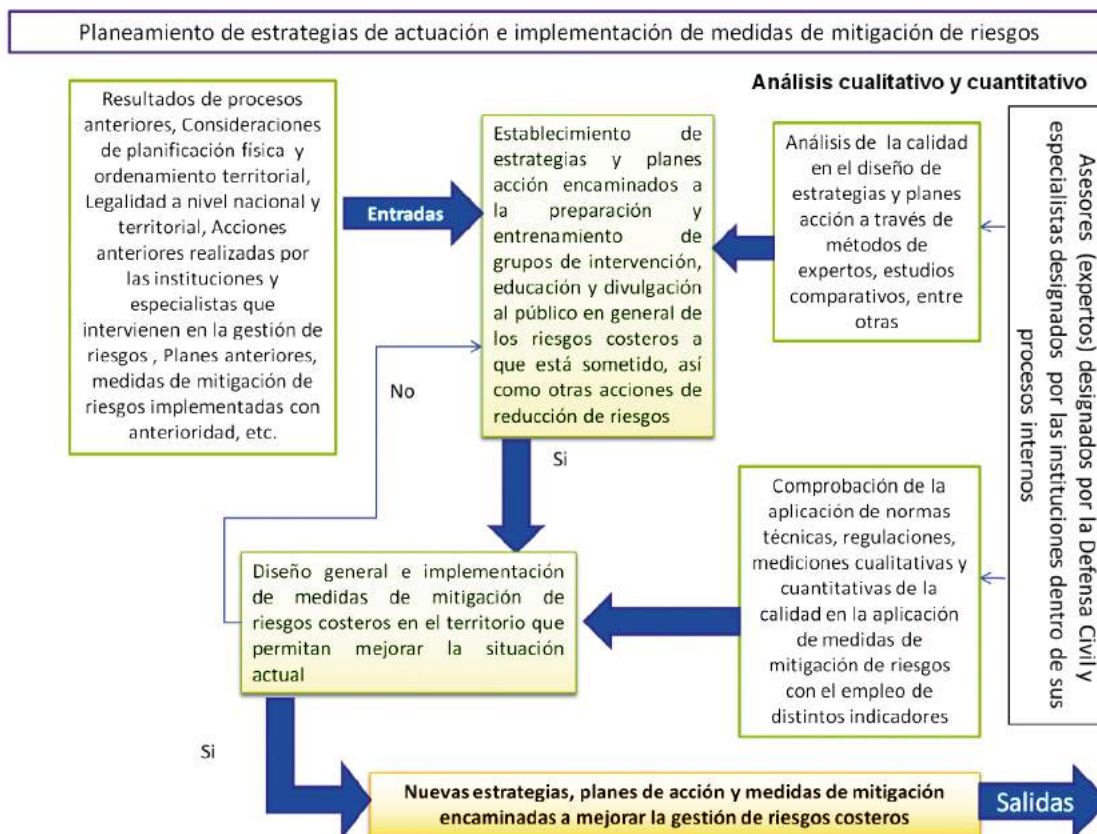
### ***3.3. Proceso de planeamiento de estrategias de actuación e implementación de medidas de mitigación de riesgos***

Este proceso está dirigido a la planificación de acciones progresivas que permitan ir del estado actual al estado deseado, estableciendo los planes de desarrollo y dirección de los distintos elementos relacionados a la reducción de los desastres causados por el impacto de amenazas costeras en la región de estudio. Se desarrolla a través de la determinación de las acciones estratégicas que finalmente se deberán incluir en los planes de acción de la Defensa Civil, contando con los elementos necesarios para una correcta gestión de riesgos costeros. De forma simplificada el proceso y sus relaciones puede verificarse en la Figura 9.

Para diseñar las medidas de mitigación de riesgos costeros se introducen los siguientes aspectos:

- Introducción de informes conclusivos de evaluación de riesgos costeros para los proyectos, el cual se denominará: Estado de Riesgos Costeros Actualizado (ERCA).





**Figura 9.** Esquema general del árbol del proceso de planeamiento.

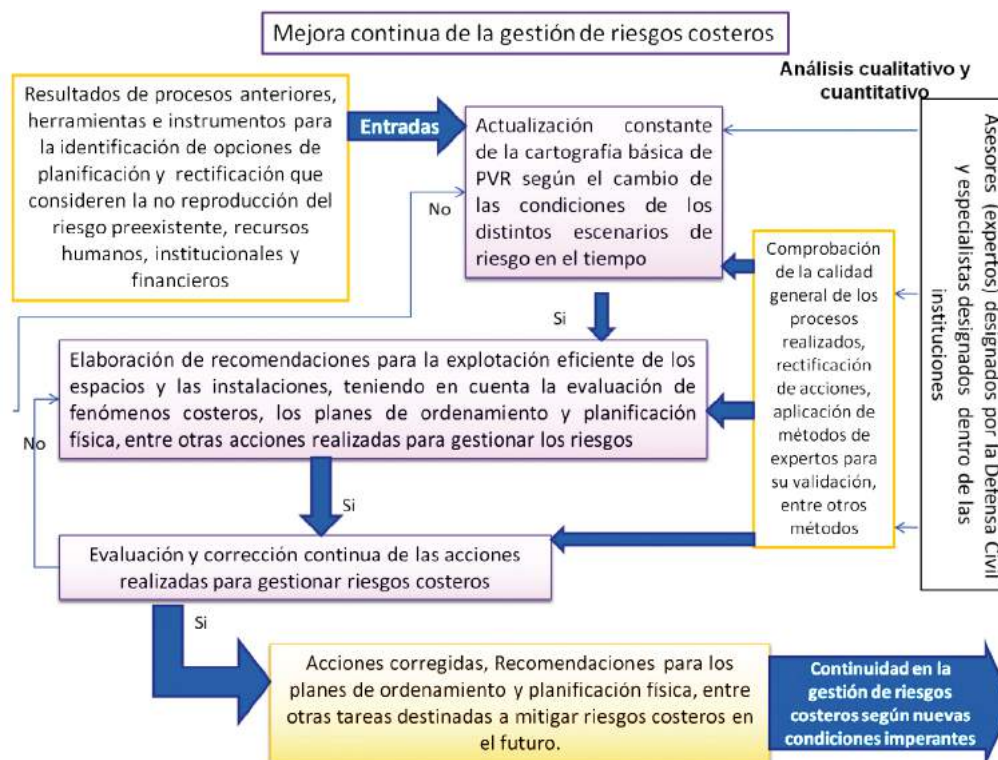
- b) Diseño de las medidas de mitigación de riesgos costeros. Para lo que pueden valerse de indicadores de evaluación, pudiendo emplear además un software profesional de modelación físico- matemática para verificar su efectividad.

El ERCA es un informe que comprenderá una completa base documental sobre los riesgos costeros del área de interés para la ejecución de un proyecto, permitiendo comprender cabalmente la arquitectura del sitio de interés y su dinámica actual, de manera que facilite la fundamentación y sustentabilidad del proceso de toma de decisiones y el diseño de medidas de mitigación de riesgos.

### 3.4. *Proceso de mejora continua de la gestión de riesgos costeros*

En este proceso la gestión de riesgos tiene relación directa con el control y evaluación de las actividades realizadas en los procesos anteriormente expuestos y su retroalimentación. De forma simplificada el proceso y sus relaciones puede verificarse en Figura 10.

Para cada peligro, vulnerabilidad y riesgo costero detectado se deberán realizar actualizaciones según los indicadores empleados en su evaluación, debido a que las condiciones ambientales de las distintas localidades y escenarios son variables, de aquí que resulte importante realizar



**Figura 10.** Esquema general del árbol del proceso de mejora continua.

recomendaciones para la reducción de riesgos en los espacios e instalaciones.

La evaluación continua de las acciones realizadas consiste en evaluar posibles errores e implementar mejoras a los métodos, técnicas o tecnologías utilizadas para gestionar los riesgos costeros en los procesos precedentes, de manera que puedan orientarse y ejecutarse actividades de corrección. Las experiencias pueden ser empleadas en los proyectos futuros, estableciendo que, una vez realizada la implementación de los proyectos y sus respectivos planes, estos deberán evaluarse por medio de cierto número de mediciones, lo que permitirá mostrar los resultados obtenidos en la incorporación de las medidas de mitigación de riesgos. Para realizar estas evaluaciones, pueden aplicarse diferentes modalidades:

- Mediciones cuantitativas: variables previamente definidas que tienen un significado dentro de la evaluación.
- Mediciones cualitativas: por medio de métodos no numéricos.

Cada proyecto terminado constituye un laboratorio virtual para las organizaciones que intervienen en el mismo, por cuanto la mejora continua influye finalmente en la evaluación comparativa con otras acciones ejecutadas anteriormente en la región de estudio y con las que se ejecutan en otras regiones nacionales e internacionales. Las comparaciones internas permiten mostrar los avances desde el punto de vista histórico de la gestión de riesgos realizada. Sin embargo, una comparación con el exterior permitirá mostrar el impacto real de los avances, debido a que permite comparar efectividades relativas con otras organizaciones nacionales e internacionales.

## 4. Consideraciones generales del modelo propuesto

El modelo para la gestión de riesgos costeros basado en procesos presentado es dinámico. El éxito de su aplicación no solo radica en el conocimiento de los procesos que lo conforman, sino también, en la interpretación eficiente de la situación descrita y aportada por los diversos documentos, información contenida en los SIG, tabulaciones y otras que sean capaces de obtener los especialistas del territorio; además, por la correcta aplicación de las normas, regulaciones y medidas tecnológicas contenidas en los diferentes ministerios. Todos estos elementos constituyen entradas de los procesos y son determinantes en su aplicación.

Gráficamente el modelo de gestión de riesgos costeros representa la declaración de los procesos generales que conforman el árbol de procesos según la teoría base seleccionada para su diseño, quedando como tarea esencial de las instituciones, el diseño e implementación de sus propios procesos, las relaciones de estos y las fichas descriptivas según nivel de participación, tal y como explica la teoría de gestión por procesos empleada.

Los procesos del modelo no constituyen sistemas cerrados, sino que se enriquecen con las ideas, según las necesidades propias de cada organización donde se emplee, pero siempre en consideración a que los instrumentos que se apliquen y las acciones que se planifiquen respondan a los objetivos que se buscan en cada una de ellas. Su aplicación tiene un carácter sistémico y cíclico. Esto quiere decir que siempre se estarán gestionando riesgos costeros.

En el modelo se logran introducir las nociones de los principios de procesos como parte del quehacer de instancias institucionales y organizacionales que tienen por naturaleza la función u obligación de preservar la seguridad de la sociedad y, por tanto, concebir la gestión del riesgo costero dentro de las múltiples prácticas profesionales cotidianas.

En Cuba ya se han venido dando pasos importantes que permiten la implementación de este modelo, entre estos se encuentran los ejecutados por determinadas instituciones de la provincia de Santiago de Cuba dentro de las que destacan: las certificaciones de las normas ISO en diferentes empresas e instituciones santiagueras, la introducción de algunos resultados investigativos relacionado con los peligros, vulnerabilidades y riesgos costeros, como los propuestos por el Centro de Estudios Multidisciplinario de Zonas Costeras (CEMZOC), el Grupo Multidisciplinario de la Agencia Nacional de Medio Ambiente, además de los realizados por instituciones como la Empresa de Proyectos contra Desastres (PRODESA) del grupo empresarial Geocuba, del Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas (CENAIIS) así como de otras instituciones del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente, entre otras.

La aplicación efectiva del modelo para la gestión de riesgos costeros basado en procesos podría implicar posibles incertidumbres y limitaciones que se reflejan en la aplicación final de las medidas de mitigación y reducción de riesgos, las cuales dependen de factores subjetivos que tienen que ver con los conocimientos del personal para enfrentar la tarea planteada, su integración y el control efectivo de los actores que intervienen en la gestión de riesgos costeros. Esta es la clave del éxito final y la garantía de la calidad en la aplicación de las medidas de reducción de riesgos.

## Referencias

- AMA (2014): (Grupo de Evaluación de Riesgo de la Agencia de Medio Ambiente) del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA). *Cuba. Metodologías para la determinación de riesgos de desastres a nivel territorial. Parte 1*. ISBN: 978-959-300-033-8. 110 p.
- BOTERO, C. y MILANÉS Celene (eds). (2015): *APORTES PARA LA GOBERNANZA MARINO-COSTERA. Gestión del riesgo, gobernabilidad y distritos costeros*. 554 p. Fondo de publicaciones de la Universidad Sergio Arboleda, Santa Marta, Colombia. ISBN: 978-958-8866-67-3. (Versión rústica). ISBN: 978-958-8866-68-0. (Versión pdf).
- DIRECTIVA No. 1 (2005): del vicepresidente el Consejo de Defensa Nacional “Para la planificación, organización y preparación del país para las situaciones de desastres”, en [www.medioambiente.cu/revistama/10\\_04.asp](http://www.medioambiente.cu/revistama/10_04.asp), acceso 23 de enero de 2016.
- DIRECTIVA No. 1 (2010): del vicepresidente el Consejo de Defensa Nacional “Para la planificación, organización y preparación del país para las situaciones de desastres”, en [www.medioambiente.cu/revistama/10\\_04.asp](http://www.medioambiente.cu/revistama/10_04.asp), acceso 12 de diciembre de 2016.
- ECLAC (2017): Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC), *Annual report on regional progress and challenges in relation to the 2030 Agenda for Sustainable Development in Latin America and the Caribbean* (LC/L.4268(-FDS.1/3)), United Nations publication, Santiago. 114p.
- GALBÁN Rodríguez, L.; CHUY Rodríguez T.J.; VIDAUD Quintana, I (2010): “Advances in risk management”. Capítulo 11: “Model for geological risk management in the building and infrastructure processes”. Editado por: Giancarlo Nota. Editorial SCIO. Croacia. ISBN: 978-953-307-138-1.
- GALBÁN Rodríguez, L.; VIDAUD Quintana I.; CHUY Rodríguez T.J., RUÍZ Ruíz J.M.; CALDERÍN Mestre, F.; ÁLVAREZ Deulofeu E (2011): “Reflexions on multidisciplinary and geologic risk management in Cuba”. *Earth Sciences Research Journal*, Volúmen 15, No 2, diciembre 2011, Bogotá, Colombia. ISSN: 1131-9100, en <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/esrj/article/view/27720/27962> acceso 22 de marzo de 2014
- GALBÁN Rodríguez, Liber. 2012. *Geología básica aplicada. Elementos básicos de la ingeniería geológica aplicados a la ingeniería civil e hidráulica*. Editorial Académica Española. ISBN: 978-3-659-04793-0 Madrid. España.
- GALBÁN Rodríguez, Liber (2014): “Procedimiento para la gestión y reducción de riesgos geológicos en la provincia Santiago de Cuba”. Tesis en opción al título de Doctor en ciencias geológicas. Archivos del Departamento de Geología, Facultad de Geología y Minería, Instituto Superior Minero Metalúrgico, Moa, Holguín, Cuba.
- GALBÁN Rodríguez, Liber; VIDAUD Quintana Ingrid N.; CHUY Rodríguez Tomás J (2012): *Indicadores más comunes en la evaluación de riesgos geológicos. Indicadores cualitativos y cuantitativos para la evaluación de peligro, vulnerabilidad y riesgos geológicos*. Editorial Académica Española. ISBN: 978-3-8484-6869-0. Madrid. España.
- LAVELL, Allan (2009): “Relationships between Local and Community Disaster Risk Management & Poverty Reduction: A

Preliminary Exploration". A Contribution to the 2009 ISDR Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction.

MILANÉS B, Celene y PACHECO M. Alicia (2011): "Asentamientos costeros en la bahía de Santiago de Cuba: estudio de su vulnerabilidad urbana". Revista Arquitectura y Urbanismo. Vol. XXXII, No 3, 18-26 pp. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/86054921/Revista-Arquitectura-y-Urbanismo-3-2011>

MILANÉS Batista Celene, PÉREZ Montero Ofelia, BEATÓN Soler, Pedro Aníbal, GUSTAVO Álvarez Mato y RAMÓN Alarcón (2015). El enfoque social en la gestión del riesgo en Cuba 427-450p. En Botero, C. y Milanés Celene (eds). APORTES PARA LA GOBERNANZA MARINO-COSTERA. Gestión del riesgo, gobernabilidad y distritos costeros. 554 p. Fondo de publicaciones de la Universidad Sergio Arboleda, Santa Marta, Colombia. ISBN: 978-958-8866-67-3. (Versión rústica). ISBN: 978-958-8866-68-0. (Versión pdf).

MILANÉS Batista, Celene; GALBÁN Rodríguez, Liber y OLAYA Coronado, Nadia J (2017). *Amenazas, riesgos y desastres: Visión teórico-metodológico y experiencias reales*. Libro de investigación. 306 p. ISBN: 987-958-8921-44-0 (Digital). Disponible en <http://repositorio.cuc.edu.co/xmlui/handle/11323/927>

NARVÁEZ, L.; LAVELL, A.; PÉREZ, G (2009): "La gestión del riesgo de desastres: un enfoque basado en procesos". Proyecto Apoyo a la Prevención de Desastres en la Comunidad Andina – PREDECAN. Primera Edición. Lima, Perú. ISBN: 978-9972-787-88-1.

ZAPATA, Nancy, et al. (2010): Lecciones Aprendidas de la Gestión del Riesgo en Procesos de Planificación e Inversión para el Desarrollo. Memoria del Taller Internacional. 141 p. Disponible en [http://www.riesgoycambioclimatico.org/Taller\\_Internacional\\_2010/](http://www.riesgoycambioclimatico.org/Taller_Internacional_2010/). Consultado el 12 de abril, 2017.



## CAPÍTULO 2

# Los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos de desastres en Cuba

*Ofelia Pérez Montero\*, Celene Milanés Batista\*\*, Isabel Poveda Santana\* y Yanet Cruz Portorreal\**

\* Centro de Estudios Multidisciplinarios de Zonas Costeras. Universidad de Oriente. Cuba.

\*\* Departamento de Civil y Ambiental. Universidad de la Costa. Colombia.

### Resumen

En los últimos años se han desarrollado en Cuba varios proyectos e investigaciones multidisciplinarias para identificar las zonas más vulnerables del país ante diferentes amenazas costeras y minimizar las pérdidas ocasionadas ante estos eventos. Formando parte de estos estudios se encuentra la Directiva No. 1 del presidente del Consejo de Defensa Nacional para la reducción de desastres, creada en el año 2005 y actualizada en el 2010, la cual responsabilizó al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio ambiente (Citma) para realizar los estudios de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo (PVR), que analizaran el impacto ambiental provocado ante situaciones de desastres en todo el país. El presente capítulo tiene como objetivo dar a conocer cómo se comporta el enfoque social de la gestión del riesgo en Cuba y cuál es la experiencia de la aplicación de los estudios de peligro vulnerabilidad y riesgo ante las inundaciones costeras por penetración del mar. Se exponen nuevos indicadores para las dimensiones de exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa para asentamientos humanos en riesgo por penetración del mar y se analizan otros indicadores para perfeccionar el cálculo de la vulnerabilidad ecológica. Finalmente se aborda el rol determinante que juegan las empresas ubicadas en la zona costera en la gestión del riesgo. En todos los casos se muestra la experiencia de investigación en la provincia de Santiago de Cuba como caso de estudio.

## 1. Introducción

Para instrumentar el cumplimiento de la Directiva No. 1 del presidente del Consejo de Defensa Nacional para la reducción de desastres, el Ministerio de Ciencia Tecnología y Medioambiente (Citma) responsabiliza a la Agencia de Medio Ambiente (AMA). De inmediato se convoca a gran parte del potencial científico de la nación estableciéndose múltiples coordinaciones en las escalas territorial y sectorial para identificar, medir, cuantificar, analizar y comprender los riesgos asociados. De esta forma se elaboró la metodología: Linea-



mientos metodológicos para la realización de los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos de desastres de inundación por penetraciones del mar, inundación por intensas lluvias y afectaciones por fuertes vientos, (AMA, 2014).

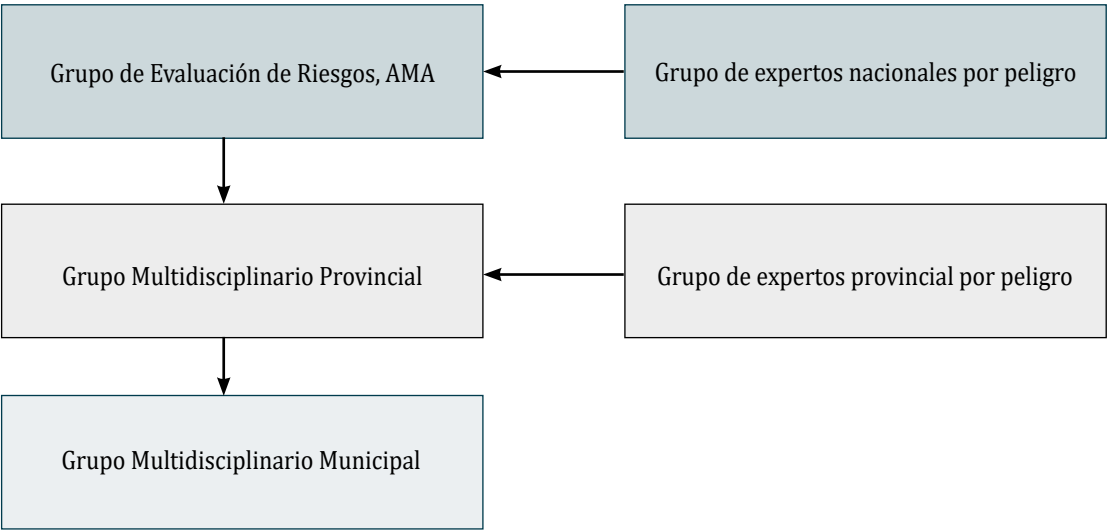
A solicitud del Estado Mayor de la defensa Civil cubana (EMNDC) y en correspondencia con la Directiva, se comienzan en el año 2007 a realizar dichos estudios. Actualmente los estudios desarrollados constituyen instrumentos para la gestión del riesgo costero y favorecen la toma oportuna de decisiones en las diferentes instancias de los órganos de gobiernos como modelo de actuación. Se concede un mayor énfasis a los aspectos preventivos y de mitigación, al identificar las diferentes amenazas y sus riesgos asociados, otorgando de forma anticipada, las adecuadas respuestas ante fenómenos, que en un momento dado pueden ocurrir, describiendo la forma de manejarlos, transformarlos y modificarlos para reducir las diferentes vulnerabilidades. (Colectivo de autores, 2008).

Para realizar los estudios de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo de Desastres, así como

el Impacto Ambiental de las situaciones de desastre, se cuenta con la colaboración de una gran parte del potencial científico del país. Dentro de los peligros que se han estudiado en Cuba se encuentran los siguientes:

- 1. Inundaciones costeras por intensas lluvias
- 2. Inundaciones costeras por penetración del mar
- 3. Afectaciones por fuertes vientos
- 4. Incendios rurales
- 5. Deslizamientos de tierra
- 6. Intensas Sequías
- 7. Sanitarios
- 8. Sismos
- 9. Tecnológicos

En el cálculo de las vulnerabilidades y riesgos se ha necesitado preparar varios grupos multidisciplinarios, los cuales han sido capacitados mediante numerosos talleres desarrollados, primero por regiones y, luego por provincias. El equipo coordinador de la AMA también ha realizado frecuentes visitas de asesoramiento y control en todas las delegaciones provinciales del CITMA encargadas de coordinar los estudios, (Ver Figura 1).



**Figura 1.** Esquema organizativo de los estudios de PVR en Cuba, (Fuente: Hernández, 2014)

Como principales salidas de los estudios se obtienen: a) Informes técnicos e informes ejecutivos, provinciales y municipales por tipos de peligro, con propuestas de medidas y recomendaciones para cada etapa del ciclo de reducción de desastres, y b) Mapas elaborados mediante los Sistema de Información Geográfica. También se obtienen en algunos casos multimedia.

Las salidas de los estudios tributan a los Planes de Reducción de Desastres, a los planes de Ordenamiento Territorial; a la evaluación de las nuevas inversiones; al desarrollo de Planes Estratégicos del Desarrollo Municipal, a la identificación de zonas de alto riesgo para ejecutar proyectos territoriales. Estos resultados también forman parte del Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático y son instrumentos de gobierno que favorecen la toma oportuna de decisiones.

Hoy todos los municipios del país cuentan con los estudios de peligro vulnerabilidad y riesgo para diferentes amenazas entre las que destacan: fuertes lluvias, penetración del mar, sismos, deslizamientos, desastres tecnológicos entre otros. Estos estudios están actualizándose de manera continua.

Mediante relaciones de colaboración y también en el marco de la citada Directiva 1/2010, se llevan a cabo el servicio científico técnico estatal *“Sistema de alerta temprana y detección de incendios en la vegetación”*, por constituir este, según lo establecido, una amenaza potencial de desastre. Otro proyecto nacional en desarrollo referido al mismo tema es el No. 4063 *“Pronóstico de peligro de incendios forestales su seguimiento y evolución, utilizando técnicas de observación terrestre y la percepción remota.”*

En el año 1990 Cuba aprueba el “Programa de enfrentamiento al Cambio Climático de la

Sociedad Cubana”. En el año 1991, se realizó una nueva evaluación de esta amenaza bajo el título: *“Impactos del Cambio Climático y medidas de adaptación en Cuba”*, que brindó un análisis integral de dichos impactos y de las medidas de adaptación en cinco sectores: recursos hídricos, zonas costeras y recursos marinos, agricultura y silvicultura, asentamientos humanos, biodiversidad y vida silvestre, y salud humana. El estudio abarcó todo el país utilizando proyecciones del clima futuro para diferentes plazos de tiempo: 2010, 2030, 2050 y 2100 (Cuba, Rio+20, 2012).

Este Macro proyecto de importancia nacional fue denominado *“Escenarios de peligro y vulnerabilidad de la zona costera cubana, asociados al ascenso del nivel medio del mar para los años 2050 y 2100”*. Es coordinado por el CITMA a través del grupo de Riesgo de la Agencia de Medioambiente (AMA) y se encuentra compuesto por varios sub proyectos de investigación y servicios científico-tecnológicos donde participan varias instituciones de diferentes Organismos de la Administración Central del Estado (OACE), más de 150 expertos y especialistas, para un total de más de 300 participantes, (Bermúdez, 2012).

Como puede observarse numerosas son las investigaciones científicas que se desarrollan en Cuba, las cuales tributan al entendimiento, actualización continua y perfeccionamiento de la gestión de los riesgos costeros. Otros resultados novedosos también están siendo gestados desde la formación de pregrado y posgrado bajo el liderazgo de las diferentes universidades del país donde destaca el papel de la Universidad de Oriente.

Los estudios de PVR constituyen una visión integrada de la gestión de riesgos de desastres y de adaptación al cambio climático.

Contribuyen a aumentar la resiliencia en los territorios que son objetos de estudios y por ello deben ser actualizados de manera sistemática. Dentro de sus fortalezas se encuentran las siguientes:

1. Son ejecutados por varias instituciones.
2. Tienen un carácter multidisciplinario.
3. Son estudios de representación territorial y forman parte del patrimonio colectivo, no de un solo centro o institución.
4. Identifican vulnerabilidades y riesgos con gran nivel de detalle.
5. Develan prioridades de actuación.
6. Aumentan la resiliencia del territorio.

## 2. Desarrollo

### 2.1. *El enfoque social de la gestión del riesgo en Cuba*

El enfoque social del Estado es la base de la gestión de riesgos en Cuba. Desde 1959 existe la voluntad política de su gobierno de implementar programas de desarrollo que permitan elevar la calidad de vida de su población y la protección del medioambiente. No se puede entender el éxito de la gestión de riesgo en Cuba sino se comprende la magnitud dicho enfoque.

La sociedad organizada e institucionalizada en los últimos cincuenta años creó condiciones para el desarrollo de prácticas que integran a todos los agentes políticos, económicos y financieros de la gestión en un frente único de enfrentamiento a los riesgos naturales, antrópicos, epidémicos, militares, entre otros. Cuba resume una larga lista de peligros enfrentados con éxitos gracias a la participación organizada de su población.

El PNUD en Cuba reconoce que “la reducción de riesgo de desastres naturales en Cuba es

una prioridad.” El Programa País acordado por el gobierno cubano y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo incluye en sus objetivos promover el desarrollo económico sostenible, impulsar la dinámica poblacional, la protección del medio ambiente, la adaptación al cambio climático, la seguridad alimentaria y nutricional y el enfoque de gestión del riesgo de desastres.

Cuba, apoyada en un marco legal, a través del Sistema de la Defensa Civil ha desarrollado instrumentos y herramientas que permiten determinar el riesgo de desastres, accionar en su prevención y dar una respuesta eficaz ante los peligros naturales. La Directiva No.1, actualizada y perfeccionada en el 2010, orienta la planificación, organización y preparación del país para situaciones de desastres, establece la estrategia de la gestión de riesgos y el carácter obligatorio de los estudios de reducción de desastres, como elementos de partida para la elaboración de los planes económicos y de los proyectos de inversión en los territorios”, (PNUD, 2014, p5).

Recientemente el consejo de ministros de la República de Cuba aprobó el Plan de Estado para el enfrentamiento al cambio climático. “Este Plan tiene como antecedentes las investigaciones que acerca del cambio climático inició la Academia de Ciencias de Cuba en 1991 y que se intensificaron a partir de noviembre del 2004, luego de un exhaustivo análisis y debate sobre los impactos negativos causados por los huracanes Charley e Iván en el occidente del país. Desde entonces se iniciaron los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo territoriales para la reducción de desastres.

En el año 2007 se incrementaron las investigaciones científico-tecnológicas que permitieron comenzar la conformación del Macroproyecto sobre peligros y vulnerabilidad

costeras para los años 2050-2100, dirigido por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente y con la participación de 16 instituciones de cinco organismos de la Administración Central del Estado. El 25 de febrero del 2011, este Macroproyecto fue aprobado por el Consejo de Ministros. Más recientemente, en el año 2015, bajo la coordinación del Citma, se comenzó un proceso de actualización de los documentos ya aprobados por el Consejo de Ministros para el enfrentamiento al cambio climático", (Martínez, 2017).

El nuevo plan aprobado requerirá de un programa de inversiones progresivas que se irán ejecutando a corto (año 2020), mediano (2030), largo (2050) y muy largo (2100) plazos. El mismo "contiene 11 tareas, entre las cuales figuran asegurar la disponibilidad y el uso eficiente del agua como parte del enfrentamiento a la sequía; dirigir la reforestación hacia la máxima protección de los suelos y las aguas; detener el deterioro de los arrecifes de coral, rehabilitarlos y conservarlos; así como implementar otras medidas en programas, planes y proyectos vinculados a la energía renovable, la eficiencia energética, la seguridad alimentaria, la salud y el turismo", (Martínez, 2017).

En los lineamientos que rigen la política de desarrollo social y económico de la sociedad cubana en el periodo 2016 -2021 se plantea la necesidad de "acelerar la implantación de las directivas y de los programas de ciencia, tecnología e innovación, dirigidos al enfrentamiento del cambio climático, por todos los organismos y entidades, integrando todo ello a las políticas territoriales y sectoriales, con prioridad en los sectores agropecuario, hidráulico y de la salud. Elevar la información y capacitación que contribuya a objetivizar la percepción de riesgo a escala de toda la sociedad ", (L. 107 p.24).

Dando cumplimiento a la Directiva No1 del 2005, del vicepresidente del Consejo de Defensa Nacional se realizan en todos los municipios de la República los Estudios de Peligros, Vulnerabilidad y Riesgos ante desastres naturales. A continuación, se exponen algunas experiencias de estos estudios en la provincia de Santiago de Cuba para el caso del peligro de inundaciones costeras.

## ***2.2. Los estudios de peligro vulnerabilidad y riesgo ante el riesgo de inundación costera: desde la experiencia de investigación en la provincia de Santiago de Cuba***

El cambio climático es el peligro más importante que enfrenta el archipiélago cubano, el cual agravará los problemas ambientales acumulados hasta nuestros días. La elevación del nivel del mar es uno de los impactos del cambio climático para Cuba. Los estudios indican que la nación quedaría sumergida de forma permanente, el 2,45 % de la superficie terrestre para el 2050, con una elevación del nivel del mar de 27 cm y de 5,80 % para el 2100 con una elevación del nivel medio del mar 85 cm, sin considerar los cayos. Respecto a los asentamientos humanos, se estiman afectaciones parciales para 78 asentamientos en 2050 y 107 para el 2100, mientras la cifra de afectaciones totales es de 15 y 6, respectivamente, (República de Cuba, 2015).

Desde el año 2008 el Centro de Estudios Multidisciplinarios de Zonas Costera (CEMZOC) de la Universidad coordina los esfuerzos investigativos en la provincia de Santiago de Cuba para avanzar en los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo (PVR) por inundaciones costeras de la provincia de Santiago de Cuba.

Estos estudios tienen por objeto los municipios costeros de Santiago de Cuba y Guamá. Ambos municipios están ubicados en la parte sur oriental de la Isla, (Ver Figura 2). El municipio Santiago de Cuba tiene una extensión territorial de 1 031,74 km<sup>2</sup>, ocupando el 16.6 % de la superficie de la provincia y se extiende de los 1° 52' 30" hasta los 20° 06' 34" de latitud norte y los 75° 56' 34" hasta los 77° 03' 06" de longitud oeste. Se encuentra ubicado al sur de la provincia Santiago de Cuba; limita al norte con los municipios San Luís y Songo La Maya, al sur con el Mar Caribe, al este con el municipio Niceto Pérez de la provincia Guantánamo y al oeste con los municipios Guamá y Palma Soriano, (ONEI, 2015).

Mientras en Municipio Costero de Guamá tiene una extensión territorial de 950,53 km<sup>2</sup> está situado en la porción sur de la provincia Santiago de Cuba. Su principal y única vía de acceso por tierra es la carretera Granma que lo atraviesa de un extremo a otro, lo que permite la comunicación con la

capital provincial y lo une con el municipio Pílon de Manzanillo de la provincia Granma. Aunque el municipio es de difícil acceso por su estructura de montaña, se comunica con el municipio de Tercer Frente por un camino construido en el macizo montañoso desde Río Seco hasta el alto de Maño donde está el límite de ambos municipios. (ONEI, 2015 b).

El Municipio de Santiago de Cuba, tiene una población de 510 563 habitantes. De ellos el 89.5 % viven en zonas urbanas y el 10.5 % en zonas rurales. La ciudad de Santiago de Cuba, segunda en importancia del país por su actividad económica, cultural e histórica se encuentra en este municipio. La ciudad es una ciudad costera, pues se encuentra ubicada en los márgenes de la bahía del mismo nombre y de sus afluentes más importantes.

El Municipio de Guamá tiene una población de 34394 habitantes. De ellos viven en zona urbana el 27.8 % de la población, mientras que 72.2 % lo hace en zonas rurales. La



**Figura 2.** Mapa de ubicación de los municipios costeros de la provincia de Santiago de Cuba. (Fuente: Milanés et al., 2015).



geografía montañosa de este municipio que atesora el Parque Nacional Sierra Maestra, escenario de los acontecimientos más importantes de la última gesta libertaria en Cuba hace de este municipio el más largo y estrecho de la Isla grande.

Ambos municipios comparten como límite la porción del Mar Caribe al sur de sus territorios. La planificación física privilegia las categorías de urbano y rural para designar el ordenamiento de modos de vida y de expresión física diferentes. Durante mucho tiempo la variable mar presente en el modo de vida de santiagueros y guamenses vivieran en zonas urbanas o rurales no eran descrita en ambos conceptos. Sin embargo, los peligros naturales, fundamentalmente hidrometeorológicos, que encontraron en el mar su mejor escenario obligaron a considerar lo "costero" como categoría importante dentro del ordenamiento y planificación de los territorios. Siendo este último ponderado en los estudios de PVR, que tienen su expresión en el tipo de indicadores que se miden al evaluar el riesgo costero y que serán abordados más adelante en este texto en el ejemplo del cálculo de algunas de las vulnerabilidades estudiadas.

### ***2.3. Impacto de la penetración del mar y su relación con la vulnerabilidad funcional y social***

El impacto del mar en los viales que comunican a ambos municipios genera tensión en los sistemas de comunicación terrestre, afecta el desplazamiento de personas por razones laborales, o personales dentro e intermunicipal (Ver Figura 3). Este problema tensiona además la toma de decisiones de los gobiernos de ambos municipios al generar demandas de apoyo material, y de infraestructura fuera de estos municipios.

El funcionamiento de las actividades económicas en la costa es afectado cuando las infraestructuras en las que se desarrollan son parcial o totalmente destruidas por el paso de un fenómeno hidro meteorológico (Ver Figura 4). Este inconveniente incrementa el costo de la respuesta, no solo del municipio afectado, sino también de otras estructuras políticas administrativas quienes tienen que tomar decisiones para seguir dando vitalidad al municipio.

La actividad recreativa de pobladores y visitantes en las zonas costeras se ve amenazada ante el peligro que representa el ascenso del nivel del mar y su consecuente impacto en la erosión costera y pérdida de varios metros de arena. La actividad turística ve afectada sus funciones en estas zonas las cuales son ampliamente demandadas por el turismo nacional e internacional.

En el orden social, el peligro estudiado genera nuevos conflictos a nivel individual, familiar y de sociedad, reforzando elementos que intervienen en el incremento de la vulnerabilidad social por su impacto en la población no siempre medible en los indicadores estudiados. Algunos de ellos están relacionados con:

El incremento del nivel de stress familiar por daño a la salud de miembros de la familia, o por la pérdida de infraestructuras o pertenencias familiares o personales.

Afectaciones en la salud física y mental y daños y pérdidas de bienes materiales de los miembros de la familia (provocados por los impactos de Huracanes, Sismos, Penetración e inundación costera).

Tensiones familiares y domésticas (provocados por las intensas lluvias, y las sequías) para garantizar la alimentación de sus miembros.





**Figura 3.** Daños en la carretera Granma por penetración del mar. (Fuente: *Milanés et al, 2015*).



**Figura 4.** Obras económicas afectadas por la penetración del mar. (Fuente: *Milanés et al, 2015*).

Tensiones en la gestión del municipio debido a que deberá dar respuesta a la población para satisfacer las nuevas necesidades generadas por este fenómeno, no siempre disponibles en el propio municipio.

## **2.4. Indicadores para evaluar las dimensiones de exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa para asentamientos humanos en riesgo por penetración del mar**

La metodología utilizada en los estudios de PVR define la vulnerabilidad como la predisposición a sufrir pérdidas o daños, de los elementos bióticos o abióticos expuestos al impacto de un peligro de determinada severidad. Se relaciona directamente con las cualidades y propiedades del o de los elementos en cuestión en relación con el peligro o los peligros que podrían incidir sobre ella. (PNUD,

2014). La vulnerabilidad funcional y social se definen como:

- **Vulnerabilidad Funcional.** En este análisis se estudia la influencia de la vulnerabilidad estructural y no estructural en la estabilidad o paralización de la producción y los servicios, ante cada tipo de evento de determinada categoría, el análisis de esta vulnerabilidad permitirá ver el estado de los factores preparativos de respuesta, a partir de la disponibilidad de grupos electrógenos de emergencia, la preparación del sistema de salud para caso de desastres, la capacidad de albergamiento de evacuados y certificación de las instalaciones, el acceso a zonas aisladas, la reserva de suministros básicos (agua, alimentos, combustibles, medicamentos) y otros (AMA, 2014).
- **Vulnerabilidad Social.** Valora el grado en que los factores sociales puedan incrementar la vulnerabilidad. Se evaluará el total de población expuesta,

densidad de población o afectación a la población, percepción del riesgo y grado de preparación, presencia de desechos sólidos en las calles y la preparación de los órganos de dirección.

Sin embargo, existen otras perspectivas y maneras de concebir estas vulnerabilidades es a través de la fórmula:  $V = f(\text{Exposición} + \text{Sensibilidad} - \text{Capacidad Adaptativa})$ .

Es interesante conocer la sistematización de las definiciones de vulnerabilidad, exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa presentada por especialistas del Instituto de Ecología y Cambio climático de México en los talleres realizados en la Plataforma de colaboración México – Corea sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático para América Latina y el Caribe en el año 2015, (Ver Tabla 1).

**Tabla 1.** Definiciones de vulnerabilidad, exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa. (Fuente: *Coordinación General de Adaptación al Cambio Climático (CGACC) del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) de México en Taller Plataforma de Colaboración entre la República de Corea y la República Mexicana, 2015*)

IPCC, 2007	IPCC, 2014	Monterroso et al (2012)
<b>Vulnerabilidad</b>		
Grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático y, en particular, la variabilidad del clima y los fenómenos extremos. Dependerá del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático a que esté expuesto un sistema, y de su sensibilidad y capacidad de adaptación.	Propensión o predisposición a ser afectado negativamente. Comprende una variedad de conceptos y elementos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación.	El grado de susceptibilidad o incapacidad de un sistema para enfrentar los efectos adversos del cambio climático.
<b>Exposición</b>		
No hay una definición precisa	La presencia de personas; medios de subsistencia; especies o ecosistemas; funciones, servicios y recursos ambientales; infraestructura; o activos económicos, sociales o culturales en lugares y entornos que podrían verse afectados negativamente.	Está relacionada con el estrés climático de una unidad particular de análisis (O'Brien et al. 2004), el factor estresante y la dirección y el grado de cambio en las variables climáticas. La exposición puede ser representado como cambios en las condiciones climáticas a largo plazo o como los cambios en la variabilidad climática, incluidos los cambios en la magnitud y frecuencia de los eventos extremos (Parry et al. 2007).

Sensibilidad		
Grado en que un sistema resulta afectado, positiva o negativamente, por la variabilidad o el cambio climático. Los efectos pueden ser directos (por ejemplo, un cambio en el rendimiento de los cultivos en respuesta a una variación de la temperatura media, de los intervalos de temperaturas o de la variabilidad de la temperatura) o indirectos (por ejemplo, daños causados por una mayor frecuencia de inundaciones costeras por haber aumentado el nivel del mar).	Se mantiene la definición de IPCC 2007	Se refiere al grado de respuesta del sistema (en este caso, debido al cambio climático). Es también el grado en que un sistema está potencialmente modificado por una perturbación; humana y ambiental. Son condiciones que pueden mejorar o empeorar los impactos (Parry et al., 2007).
Capacidad adaptativa		
Conjunto de capacidades, recursos e instituciones de un país o región que permitirían implementar medidas de adaptación eficaces	La capacidad de los sistemas, las instituciones, los seres humanos y otros organismos a adaptarse a los posibles daños, aprovechar las oportunidades, o para responder a consecuencias	Describe la capacidad de un sistema para adaptarse a condiciones cambiantes (O'Brien et al., 2004). Es la capacidad de un sistema para cambiar sus circunstancias para moverse a una condición menos vulnerable (Luers et al., 2003) y para modificar o anticiparse a los conductores de cambio

Los autores Pérez et al., 2016 consideraron pertinente desarrollar indicadores para las dimensiones de exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa para asentamientos humanos en riesgo por penetración del mar; algunos de los cuales no se encuentran recogidos en la metodología vigente en Cuba. Otros constituyen hallazgos importantes después de validarlos en la provincia de Santiago de Cuba.

Para el análisis de las dimensiones de exposición se tomó como base el concepto: presencia de personas; medios de subsistencia; especies o ecosistemas; funciones, servicios y recursos ambientales; infraestructura; o activos económicos, sociales o culturales

en lugares y entornos que podrían verse afectados negativamente, (IPCC, 2014).

Por sensibilidad se asumió la definición dada por el IPCC (2007). Grado en que un sistema resulta afectado, positiva o negativamente, por la variabilidad o el cambio climático. Los efectos pueden ser directos (por ejemplo, un cambio en el rendimiento de los cultivos en respuesta a una variación de la temperatura media, de los intervalos de temperaturas o de la variabilidad de la temperatura) o indirectos (por ejemplo, daños causados por una mayor frecuencia de inundaciones costeras por haber aumentado el nivel del mar).

Para el caso de la capacidad adaptativa se tomó la definición dada por el IPCC (2014) que plantea: Capacidad Adaptativa es la capacidad de los sistemas, las instituciones, los seres humanos y otros organismos a

adaptarse a los posibles daños, aprovechar las oportunidades, o para responder a consecuencias. A continuación, se listan las variables consideradas en cada dimensión antes definidas (Ver Tabla 2)

**Tabla 2.** Variables asociadas a la exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa.

<b>Variables asociadas a las dimensiones de exposición</b>	<b>Variables asociadas a la Sensibilidad</b>	<b>Variables asociadas a la Capacidad adaptativa</b>
Personas expuestas por sexos y grupo de edades.	Población afectada.	Organización comunitaria.
Viviendas dentro de la línea de peligro.	Viviendas afectadas.	Adaptación de los planes de prevención a escala empresarial y comunitaria.
Infraestructura económica expuesta.	Destrucción de infraestructuras (turísticas, productivas y de servicios.	Nivel de percepción del riesgo.
Infraestructura sociocultural expuesta.	Modificaciones en la línea de costa.	Niveles de ingreso de la población.
Líneas vitales expuestas.	Medida de elevación del nivel del mar.	Acceso a créditos.
Ecosistemas de manglar, y playas expuestos.	Pérdida de barreras protectoras.	Cultivo de plantas más resistentes.
Ecosistemas de bahías expuestos.	Cambios en los escenarios de inundación.	Construcción de obras ingenieras protectoras.
Áreas protegidas.	Incremento de la salinidad de los acuíferos.	Reubicación de viviendas ubicadas en áreas de peligros.
Organización social expuesta.	Modificación en la flora y fauna.	Incremento información pública sobre el impacto del CC.
Personas expuestas por sexos y grupo de edades.	Población afectada.	Organización comunitaria.

Estas variables fueron operacionalizadas resultado los indicadores que se muestran en las Tablas 3 a la 5, que dan cuenta de las dimensiones de exposición, sensibilidad,

y capacidad adaptativa y que pueden ser válidos para su implementación generalizada en los estudios de PVR en toda Cuba (Ver Tablas 3-5).

**Tabla 3.** Exposición

Variable e indicador	Descripción del indicador	Métrica	Fuente de información	Nivel territorial
Personas expuestas por sexos y grupo de edades	Población Total Población por sexos Población por grupos de edades y sexos Población expuesta del total Población por sexos expuesta del total Población por grupos de edades y sexos (0-15 años, 16-60 años y 61 y más) Población desempleada por sexo y edades Población en el umbral de pobreza por sexo y edades Población con escolarización (primaria, secundaria, preuniversitaria, Universitaria) Población analfabeta.	Porciento	Oficina de Estadísticas. Centro de Gestión del riesgo	Municipio
Viviendas dentro de la línea de peligro	Cantidad de viviendas expuestas en la zona de peligro Tipología constructiva y estado de conservación Viviendas en la primera línea de peligro Viviendas en bien, regular y mal estado Viviendas de Tipología I, II, III, IV Composición de los hogares expuestos (familias nucleares, extendidas, disfuncionales) Hogares con mujer como jefa de familia	Porciento	Dirección de la Vivienda Instituto de Planificación física. Centros de Gestión de Riesgo	Municipio
Infraestructura económica expuesta	Cantidad total de empresas, industrias e instituciones productivas expuestas. Tipo de producciones y servicios Empresas con materia prima o insumos potencialmente contaminantes. Valor total de la producción del municipio y % de esta en la zona de peligro. Cantidad de hoteles y servicios turísticos expuestos. Cantidad de tierra productiva, animales y plantaciones expuestas.	Porciento	Delegación del Ministerio de la Agricultura. Delegación Ministerio del Turismo. Dirección de comercio Delegación Ministerio de la alimentación	Municipio
Infraestructura sociocultural expuesta	Cantidad de edificios e instituciones culturales expuestos. Patrimonio cultural expuesto. Patrimonio cultural subacuático expuesto.	Porciento	Delegación del ministerio de cultura	Municipio
Líneas vitales expuestas	Carreteras expuestas. Líneas de energía expuesta (aéreas o soterradas) Áreas sin drenajes ni alcantarillados. Líneas de gas expuestas. Vertederos expuestos. Cementerios expuestos. Afectaciones en el sistema de salud.	Porciento	Dirección de Transporte Dirección de la empresa eléctrica Dirección de comunales	Municipio



Variable e indicador	Descripción del indicador	Métrica	Fuente de información	Nivel territorial
Ecosistemas de manglar, y playas expuestos	Valor económico eco sistémico de la zona de peligro Área de manglares expuestos. Playas expuestas. Arrecifes de corales expuestos.	Por ciento	Delegación Territorial del CITMA	Provincia
Ecosistemas de bahías expuestos	Protección costera. Actividad marítimo-portuaria existente. Actividad industrial en la zona de peligro.	Por ciento	Gobierno Delegación Territorial del CITMA	Provincia
Áreas protegidas	Áreas protegidas terrestres. Áreas protegidas marinas.	Por ciento	Gobierno Sistema de áreas protegidas	Municipio
Organización social expuesta	Instituciones cuyos planes de contingencias están actualizados. Comunidades capacitadas. Grado de preparación de las comunidades expuestas Grado de preparación de los órganos de dirección a los diferentes niveles. Grado de implementación del sistema de alerta y comunicación del riesgo. Nivel de Percepción del riesgo.	Por ciento	Gobierno	Municipio

**Tabla 4.** Sensibilidad

Variable e indicador	Descripción del indicador	Métrica	Fuente de información	Nivel territorial
Población afectada	Personas afectadas su salud o vida. Personas que pierden bienes que afectan su calidad de vida. Personas que pierden medios de subsistencias o daños a estos.	Por ciento	Encuesta Entrevistas	Municipio
Viviendas afectadas	Viviendas afectadas totalmente. Viviendas afectadas parcialmente. Comunidades que desaparecen	Por ciento	Dirección de Planificación Física Dirección de vivienda	Municipio
Destrucción de infraestructuras (turísticas, productivas y de servicios)	Infraestructura de servicios afectadas Infraestructura productiva afectada. Infraestructura turística afectada. Infraestructura educativa afectada. Infraestructura de salud afectada. Infraestructura de cultura afectada	Por ciento	Delegación de Turismo Dirección de Salud Pública Dirección de Educación Dirección de cultura.	Municipio
Modificaciones en la línea de costa	Cambios observados en la geomorfología costera.	Por ciento	CITMA Universidades	Municipio

Variable e indicador	Descripción del indicador	Métrica	Fuente de información	Nivel territorial
Medida de elevación del nivel del mar	Medida de elevación del nivel del mar Profundidad de penetración del nivel del mar por oleaje y surgencia. Aumento de la temperatura del mar	Metros	CITMA Centros de gestión de riesgos	Municipio
Pérdida de barreras protectoras	Daños al sistema natural de defensa costera Daños a los manglares y vegetación costera Incremento de oleajes Incremento erosión costera Cambios observados en las bahías	Porciento	CITMA Centro de gestión de riesgos Universidades	Municipio
Cambios en los escenarios de inundación	Incremento de deforestación de ríos Cambios en la dinámica de los ríos que desembocan en la costa Variación en el cauce de los ríos Presas y represas ríos arriba Incremento de construcciones en cauce de ríos secos	Porciento	Dirección de Hidrología Grupo provincial de cuencas	Provincia Municipio
Incremento de la salinidad de los acuíferos	Población afectada por salinización de pozos para el consumo humano Metros de intrusión salina Tierras que pierden cualidad para la producción	Porciento Metros	Delegación de la agricultura CITMA	Municipio
Modificación de la flora y fauna	Aparición de especies invasoras Aparición de nuevas enfermedades en especies terrestres y marinas Desaparición o afectación a especies endémicas	Porciento	Delegación de la pesca Delegación de la agricultura	Municipio

**Tabla 5.** Capacidad de Adaptación

Variable e indicador	Descripción del indicador	Métrica	Fuente de información	Nivel de desagregación territorial
Organización comunitaria	Inclusión en la agenda política de las organizaciones sociales y gubernamentales del tema de referencia Pertinencia de los sistemas de alertas y comunicación de riesgos. Capacidad de albergamiento. Reservas de alimentos e insumos. Capacidad de camas en hospitales. Sistema comunitario de monitoreo de los cambios de clima. Organización del Sistema de la Defensa Civil.	Porciento	Estadísticas de Gobierno	Municipio

Variable e indicador	Descripción del indicador	Métrica	Fuente de información	Nivel de desagregación territorial
Adaptación de los planes de prevención a escala empresarial y comunitaria	Existencia de planes de prevención a nivel de empresas, industrias y comunidades. Incorporación de la matriz de riesgo en la gestión empresarial.	Por ciento	Estadísticas de Gobierno	Municipio
Nivel de percepción del riesgo	Conocimiento de la población sobre el impacto del CC Percepción del riesgo Introducción de los resultados de la ciencia en los curriculum de los diferentes niveles de formación	Por ciento	Encuesta	Municipio
Niveles de ingreso de la población	Salario mínimo Acceso a créditos.	Por ciento	Dirección de la oficina de estadísticas	Provincia Municipio
Cultivo de plantas más resistentes	Cantidad de nuevas especies resistentes introducidas Cambios observados en los ciclos de producción Ajustes de los ciclos de producción Incremento periodos de seca.	Por ciento	Delegación de la agricultura	Municipio
Construcción de obras ingenieras protectoras	Cantidad de obras protectoras Tipos de obras protectoras	Por ciento	Dirección de Planificación física	Provincia Municipio
Reubicación de viviendas ubicadas en áreas de peligros	Número de viviendas en línea de peligro que necesitan ser reubicadas. Presupuesto anual para la reubicación	Por ciento	Dirección de Planificación física	Provincia Municipio
Incremento información pública sobre el impacto del CC	Campañas de bien público sobre el cambio climático. Número de publicaciones sobre el tema Programas de educación ambiental en los diferentes niveles de educación.		Dirección de cultura y educación Medios de comunicación masiva	Municipio
Manejo integrado de los recursos marino-costeros	Programa de manejo integrado de la interfase tierra-aire mar. Conflictos de uso uso Conflictos de uso recurso Conflictos de uso uso por sexos Conflicto de uso recurso por sexos.		Gobierno CITMA	Provincia Municipio

## 2.6. Análisis de los indicadores para evaluar la vulnerabilidad ecológica en la metodología para la determinación de riesgos de desastres en Cuba: caso de estudio Santiago de Cuba

Como se ha mencionado, la publicación sobre “Lineamientos metodológicos para la realización de los estudios de Peligro Vul-

nerabilidad y Riesgos de desastres”, (AMA, 2014), implementado en todo el territorio nacional de Cuba, también evaluó la vulne-

rabilidad ecológica ( $V_{\text{ecol}}$ ) como uno de los elementos contemplados para el cálculo del riesgo en situaciones de inundaciones por intensas lluvias, inundaciones costeras por penetración del mar, fuertes vientos y sequía intensa. En este acápite, se analiza el concepto de vulnerabilidad ecológica y su enfoque dentro de los estudios de PVR en Cuba y se exponen las experiencias de su implementación en la provincia Santiago de Cuba.

Como ha sido anteriormente explicado, de manera general el término “vulnerabilidad” refleja el potencial de un sistema a experimentar daños en respuesta a una influencia externa, presión o evento adverso, utilizándose en muchas disciplinas (finanzas, salud, riesgos naturales, etc.). Partiendo de la definición de vulnerabilidad del IPCC (2001) y modificándola para el presente análisis, se considera que “la vulnerabilidad ecológica es el grado en que los ecosistemas son susceptibles o incapaces de afrontar los efectos adversos del cambio climático y fenómenos extremos”. Puede definirse como la susceptibilidad del ecosistema al cambio como consecuencia de la ocurrencia de algún fenómeno natural o antrópico.

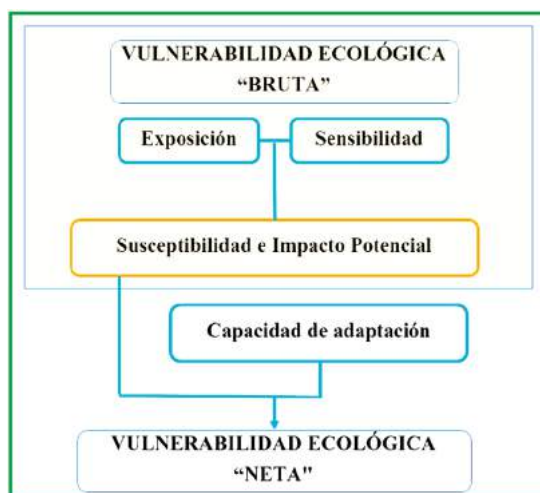
En la literatura especializada ya consultada sobre el tema, se constata que los estudios y evaluaciones de la vulnerabilidad están descompuestos en tres componentes: sensibilidad, exposición y capacidad de adaptación (Col. Autores, 2011). Aplicado estos términos a la vulnerabilidad ecológica, la sensibilidad hace referencia a la rapidez de reacción o al grado de afectación y cambio (positivo o negativo) de un ecosistema ante un cambio de sus componentes. Cuanto más sensible es un ecosistema, mayor la magnitud de una respuesta adversa ante un cambio y, por lo tanto, mayor vulnerabilidad (Ruiz-Benito et al., 2013). La exposición hace referencia al grado en que un ecosistema

está expuesto a estímulos externos que actúan sobre el mismo. A mayor exposición, mayor vulnerabilidad. Por último, la capacidad de adaptación implica la capacidad o habilidad del ecosistema para ajustarse a los cambios, en el sentido de cómo afrontar y procesar su “exposición” y “sensibilidad” (Col. Autores, 2011).

Se obtiene entonces el término denominado en la literatura científica como “Vulnerabilidad bruta” (exposición + sensibilidad), que indica la susceptibilidad potencial del sistema (en este caso ecológico) ante impactos adversos. Una vez que se contempla la capacidad de adaptación, se obtienen medidas de reacción o la capacidad del ecosistema de reducir la vulnerabilidad ecológica “bruta”. Como resultado, los tres componentes integrados reflejan la vulnerabilidad ecológica “neta”, cuyo valor puede ser diferente de la vulnerabilidad ecológica “bruta”. Así, por ejemplo, de acuerdo con lo planteado por Col. Aut. (2011) y adaptado a la vulnerabilidad ecológica, un ecosistema puede tener una vulnerabilidad bruta alta y una vulnerabilidad neta moderada debido a su elevada capacidad de adaptación y, por el contrario, una baja vulnerabilidad bruta puede estar asociada a una limitada capacidad de adaptación elevándose consiguientemente su vulnerabilidad neta ante un potencial evento adverso (Figura 5).

Como se muestra en la Figura 5, las experiencias para evaluar la vulnerabilidad se han centrado en la identificación de un conjunto de índices e indicadores que estén significativamente correlacionados con los componentes de la misma (exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación).

Aplicado al caso de Cuba, se puede afirmar que la evaluación de la  $V_{\text{ecol}}$  en la metodología presentada por la AMA (2014) considera únicamente la sensibilidad y la exposición



**Figura 5.** Componentes de la vulnerabilidad. (Modificado por los autores a partir de Schröter y Metzger (2004).

de los elementos ecosistémicos al evento extremo. El tercer componente, la capacidad de adaptación, no ha sido evaluado, quizás por la necesidad de identificar indicadores y elaborar un índice sintético final para el cálculo de la denominada vulnerabilidad neta. Sin embargo, los resultados obtenidos representan una primera aproximación al análisis de la vulnerabilidad en los términos definidos por el Programa País acordado por el gobierno cubano y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, siendo de gran valor para trabajos futuros.

Dicha metodología propone que para determinar la  $V_{\text{ecol}}$  se debe considerar la exposición en zonas de peligro potencial de ecosistemas frágiles o zonas ecológicamente sensibles y las áreas protegidas existentes. Las zonas ecológicamente sensibles son aquellas caracterizadas por sus condiciones físico-geográficas (alturas, pendientes, suelos, grado de conservación, etc.) que dificultan su recuperación después de su asimilación).

Las áreas protegidas en Cuba son determinadas por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) y se definen según la

UICN (1994) como una superficie de tierra y o mar, especialmente dedicada a la protección y mantenimiento de la diversidad biológica y los recursos naturales y culturales asociados, y manejada a través de medios legales u otros medios efectivos.

En el caso del estudio por sequía intensa, la  $V_{\text{ecol}}$  considera: zonas sensibles húmedas, áreas protegidas categorizadas (donde se incluyen los humedales que se encuentran en esta categoría) y sensibilidad a incendios naturales y antrópicos, esta última de declarable obligatoriedad.

El término de zonas húmedas hace referencia a los ecosistemas frágiles del tipo humedales incluyendo: ciénagas, zonas inundables (lagunas en dolinas) y cultivos de anegación temporal como las arrozceras (AMA, 2014). En el caso de la sensibilidad a incendios naturales y antrópicos se incluye cultivos cañeros y pastizales donde históricamente ocurren estos eventos en períodos de sequía.

La información cartográfica y caracterización general de estos elementos ecosistémicos es analizada evaluando el grado de



daño que podrían recibir ante la ocurrencia de un evento dado. De esta forma, se le asigna un peso de acuerdo con el porcentaje del daño estimado que puede alcanzar un valor total de 10 puntos.

Es importante resaltar que el propio proceso de realización del estudio preliminar y luego las actualizaciones que se realizan en todo el país, han permitido realizar una primera toma de contacto metodológica en relación con los análisis de vulnerabilidades de mayor interés para trabajos futuros. Sin duda, este proceso deberá perfilar la metodología proponiendo nuevas variables, la incorporación de indicadores de capacidad de adaptación y nuevas herramientas de análisis espacial, entre otras variables.

### **2.6.1. El caso de estudio de la Vulnerabilidad Ecológica en los estudios de PVR de Inundación por penetración del mar en Santiago de Cuba**

El estudio de la  $V_{\text{ecol por}}$  inundaciones costeras ante penetraciones del mar debido a situaciones meteorológicas extremas y ciclones tropicales se realizó en los municipios costeros de Guamá y Santiago de Cuba. Según Milanés (2014), el municipio Guamá que se extiende por 151,3 km de costa, y el municipio Santiago de Cuba con una extensión costera de 130,6 km. La costa de la región Suroriental de Cuba, según su morfodinámica se clasifica como estructural de falla, acantilada, erosiva, abrasiva, acumulativa y en parte biogénica, con presencia de corales y en algunos sectores de mangle o de ambos, creando de esta forma una diversidad de paisajes originados y transformados por procesos geológicos y geodinámicos recientes (Núñez- Jiménez, 2012; Milanés, 2014).

Se realizó la secuencia metodológica para la determinación de los escenarios y su carto-

grafía, identificándose como herramientas útiles el mapa de vegetación e imágenes satelitales y escenarios de inundación. El mapa de bosques de vegetación, se empleó para identificar en las costas bajas naturales la franja bosques de manglar por su acción como barrera natural a la penetración del mar. Las imágenes satelitales se emplearon para interpretar las condiciones naturales de las terrazas sumergidas y la existencia de barreras coralinas y su incidencia en la transformación del oleaje.

#### **a) Selección de los Ecosistemas frágiles**

La selección de los *ecosistemas frágiles* se realizó analizando las posibilidades reales de búsqueda y obtención de información para acometer los estudios correspondientes. De esta forma se seleccionaron las playas y manglares por el volumen de información disponible.

La selección de las playas se basó en los criterios de expertos de la provincia Santiago de Cuba, datos obtenidos en el inventario y determinación del potencial realizado por el Departamento Provincial de Planificación Física (DPPF) en 1987, el procesamiento de imágenes satelitales y los datos aportados por Apín (2014). Los parches de mangles por su parte fueron determinados mediante el uso de mapas, imágenes satelitales e información del monitoreo del Centro de Estudios Multidisciplinarios de Zonas Costeras.

#### **b) Puntaje de vulnerabilidad ecológica para ecosistemas frágiles**

El puntaje o grado de afectación asignado a dichos ecosistemas se corresponde con el porcentaje de daño que pueden recibir los elementos naturales expuestos a los eventos hidrometeorológicos extremos, (AMA, 2014). Sin embargo, la metodología adolece

de elementos que permitan realizar una estimación de la afectación de los ecosistemas dada la diversidad de condiciones que presentan la costa de la provincia Santiago de Cuba. De manera que fue necesario establecer un grupo de criterios que, combinados entre sí, permitan reflejar la posible realidad de los ecosistemas costeros ante el impacto de fenómenos hidrometeorológicos extremos de diferentes intensidades (Tabla 6).

El puntaje o grado de afectación asignado a dichos ecosistemas está en correspondencia con los elementos naturales de protección contra las fuertes marejadas acompañantes a los fenómenos hidrometeorológicos extremos. Los criterios establecidos se combinaron para determinar el porcentaje de afectación que pueden recibir los ecosistemas de acuerdo con la sistematización de la realidad observada en la zona costera de la provincia conjunto a la memoria histórica recogida.

#### Playa 0 %:

- Presencia de sedimento fino (SF)
- Presencia de sedimento medio (SM)

- Presencia de sedimento grueso (SG)
- Presencia de arrecifes de coral (PAC).
- Ausencia arrecifes de coral (AAC).
- Presencia de vegetación en costa (PVC).
- Ausencia de vegetación en costa (AVC).
- Orientación de línea de costa favorable, (OLCF).
- Playas interiores y bahías (INT).
- Playa con disposición encajada (DIE)
- Duna Poco Conservada (DPC)
- Duna no Conservada (DNC)
- Duna Completamente Degradada (DCD)

#### 50 %:

- Presencia de sedimento fino (SF)
- Presencia de sedimento medio (SM)
- Presencia de sedimento grueso (SG)
- Ausencia arrecifes de coral (AAC).
- Presencia arrecifes de coral (PAC).
- Presencia de vegetación en costa (PVC).
- Orientación de línea de costa desfavorable (OLCD).
- Orientación de línea de costa favorable (OLCF).
- Playas interiores y bahías (INT).
- Playa con disposición encajada
- Playa con disposición apoyada
- Duna Poco Conservada (DPC)

**Tabla 6.** Criterios para determinar el porcentaje de daños en ecosistemas frágiles. (Fuente: Col.Aut, 2016)

CRITERIOS			
SF	Presencia de sedimento fino	TA	Ubicación Tierra adentro
SM	Presencia de sedimento medio	LC	Ubicación en la Línea de Costa
SG	Presencia de sedimento grueso	DIE	Disposición Encajada
PAC	Presencia de arrecifes de coral	DIA	Disposición Apoyada
AAC	Ausencia arrecifes de coral	EXT	Exposición Exterior
PVC	Presencia de vegetación en costa	INT	Exposición Interior
AVC	Ausencia de vegetación en costa	DPC	Duna Poco Conservada
AD	Ausencia de dunas en la playa	DNC	Duna no Conservada
OLCF	Orientación de línea de costa favorable	DCD	Duna Completamente Degradada
OLCD	Orientación de línea de costa desfavorable	BH	Ubicación en bahías

- Duna no Conservada (DNC)
- Duna Completamente Degradada (DCD)

#### 100 %:

- Presencia de sedimento fino (SF)
- Presencia de sedimento medio (SM)
- Presencia de sedimento grueso (SG)
- Presencia arrecifes de coral (PAC).
- Ausencia arrecifes de coral (AAC)
- Ausencia de vegetación en costa (AVC).
- Presencia de vegetación en costa (PVC).
- Orientación de línea de costa desfavorable (OLCD)
- Orientación de línea de costa favorable (OLCF).
- Playas exteriores (EXT).
- Playa con disposición apoyada
- Duna Poco Conservada (DPC)
- Duna no Conservada (DNC)
- Duna Completamente Degradada (DCD)

#### Manglar

##### 0 %:

- Presencia arrecifes de coral (PAC).
- Orientación de línea de costa favorable (OLCF).
- Ubicación Tierra adentro (TA)
- Ubicación en la Línea de Costa (LC).
- Ubicación en Bahías (BH)
- 50 %:
- Presencia arrecifes de coral (PAC).
- Orientación de línea de costa favorable (OLCF).
- Ubicación Tierra adentro (TA)
- Ubicación en la Línea de Costa (LC).
- Ubicación en Bahías (BH)
- 100 %:
- Presencia arrecifes de coral (PAC).
- Orientación de línea de costa favorable (OLCF).
- Ubicación en la Línea de Costa (LC).

A continuación, se describen de los criterios utilizados y como estos fueron obtenidos:

*Presencia de sedimento fino, medio o grueso:* Fue determinado a través del informe de inventario de playa realizado por el DPPF en 1987 y la complementación del trabajo de campo.

*Presencia o no arrecifes de coral:* Determinado a través del análisis de fotos satelitales de alta resolución entre los 1000 y 1500 metros de altura sobre el nivel del mar y datos de presencia de los mismos recogidos en trabajos de campo.

*Orientación de línea de Costa Favorable o Desfavorable:* Determinado a través del análisis con las bases cartográficas y las direcciones principales de incidencia de los huracanes que transitan por el área del Caribe.

*Presencia o Ausencia de Vegetación en Costa:* Obtenido a través de criterios de expertos, conocimiento previo de las áreas y en menor grado visitas de campos realizadas a lo largo de toda la zona costera de la provincia Santiago de Cuba.

*Ubicación de parches de Mangle en la Línea de Costa, Tierra adentro y Bahías:* Esta información fue elaborada mediante el análisis de fotos satelitales de alta resolución entre los 1000 y 1500 metros de altura sobre el nivel del mar verificado a través de los criterios de expertos y los autores Cruz (2012), González (2011) y García (2006).

*Disposición Encajada y Disposición Apoyada:* Determinada mediante el análisis de fotos satelitales de alta resolución entre los 1000 y 1500 metros de altura sobre el nivel del mar verificado a través del criterio de experto de la autora Apín (2012).

*Exposición Exterior e Interior:* Determinada mediante el análisis de fotos satelitales de alta resolución entre los 1000 y 1500

metros de altura sobre el nivel del mar; datos de presencia de los mismos recogidos en trabajos de campo y verificado a través del criterio de experto de la autora Apín (2012).

*Duna Poco Conservada, No Conservada y Completamente Degradada:* Obtenida a través de criterios de expertos, conocimiento previo de las áreas y en menor grado visitas de campos realizadas a lo largo de toda la zona costera de la provincia Santiago de Cuba.

Por último, la metodología de la AMA (2014) indica que para incluir el resultado de la valoración ecológica dentro del cálculo de la vulnerabilidad total y finalmente en el cálculo del riesgo, es necesario traducir todos los porcentajes de afectación a un máximo de 10 puntos. Lo cual se pondera tanto para ecosistemas frágiles o zonas ecológicamente sensibles como para áreas protegidas de la forma mostrada en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Indicadores, peso y grado de la Vulnerabilidad Ecológica

Indicador	Pesos	Grado de Vulnerabilidad
0% dañados	0.0	Baja
50 % dañados	0.25	Media
100 % dañados	0.5	Alta

El resultado final es acompañado de la salida cartográfica correspondiente en escala de colores y solo es válido para inferir las afectaciones que podrían recibir los elementos ecológicos. Sin embargo, se considera insuficiente para la toma de decisiones.

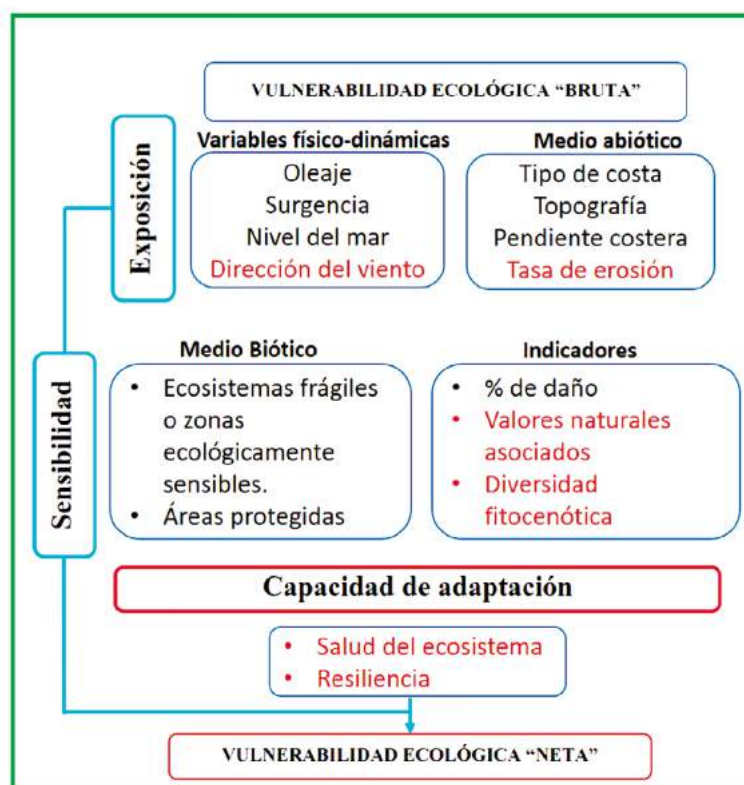
En el caso que nos ocupa se pudo constatar que el espacio costero ocupado por las áreas protegidas es menor que el ocupado por los ecosistemas frágiles (playas y manglares).

En la práctica, una vez realizados el análisis, se obtuvieron valores de vulnerabilidad total que no se corresponden con la realidad de los municipios. Debido al desbalance de los pesos que se produce debido a la asignación de iguales pesos a los indicadores de los ecosistemas.

Por ejemplo, en el municipio Guamá no existen áreas protegidas afectadas por las inundaciones costeras. Sin embargo, cuenta con 39 ecosistemas frágiles cuya vulnerabilidad se estima de media a alta ante eventos de intensidad de 3 a 5 en escala de Saffir-Simpson. A pesar de lo cual este dato solo aporta al cálculo de la vulnerabilidad total 5 puntos, resultando en bajos valores de la misma y también riesgo para el municipio.

Resumiendo, la metodología aplicada para determinar la  $V_{\text{ecol}}$  contempla en el componente de exposición elementos como el oleaje, la surgencia y la sobre elevación del nivel del mar (Figura 6). Lo cual es importante para obtener la modelación de la inundación de acuerdo a la intensidad de evento. Sin embargo, es importante considerar en el análisis de gabinete, la dirección del viento que influye en la dirección del oleaje que provoca la inundación.

En el caso del componente de sensibilidad, resulta valiosa la categorización de áreas protegidas y ecosistemas frágiles para la evaluación. Lo cual podría enriquecerse añadiendo indicadores que permitan cuantificar los valores naturales asociados, así como la diversidad fitocenótica. Por último, se considera que para obtener la vulnerabilidad ecológica “neta” se precisa incluir indicadores del estado de salud de los ecosistemas y de su capacidad de resiliencia. Un terreno en el cual ya se avanza en nuestro país.



**Figura 6.** Modelo conceptual de la metodología aplicada para determinar la vulnerabilidad ecológica (Adaptada por los autores considerando: Schröter y Metzger, 2004). *Leyenda: Se resalta en rojo los indicadores que se recomienda incluir en futuros estudios.*

## 2.7. La gestión de la empresa ubicada en la zona costera. Apuntes acerca de la vulnerabilidad

La actividad económica de las empresas ha contribuido negativamente, en mayor o menor medida, a agudizar los graves problemas ambientales que afectan a la humanidad, con énfasis en el cambio climático lo cual ha sido declarado por los expertos del IPCC como inequívoco.

Lo anteriormente expresado, exige orientar el desarrollo del sector empresarial y especialmente en las zonas costeras con énfasis en los pequeños estados insulares, desde una perspectiva que garantice hacer compatible su actividad económica con la conservación del medioambiente biofísico

y el desarrollo social, cuestión que tiene extraordinaria actualidad, pues brinda los elementos necesarios para la toma de decisiones en función de resolver los problemas que afectan a esta zona, y así aproximarnos a la meta del desarrollo sostenible<sup>1</sup>.

Una de las principales dificultades que confrontan los países subdesarrollados (en sentido general en esta clasificación

<sup>1</sup> En la actualidad existe falta de consenso acerca del significado de desarrollo sostenible. En este trabajo se asume el aprobado en la Ley 81 o Ley del Medio Ambiente de la República de Cuba: "[...] proceso de elevación sostenida y equitativa de la calidad de vida de las personas, mediante el cual se procura el crecimiento económico y el mejoramiento social, en una combinación armónica con la protección del medio ambiente, de modo que se satisfacen las necesidades de las actuales generaciones, sin poner en riesgo la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras" (Asamblea Nacional, 1997, p. 5).



se ubican los pequeños estados insulares), para implementar acciones y estrategias conducentes hacia el desarrollo sostenible, es el déficit de los recursos que son necesarios para el desafío que significa enfocarse hacia este paradigma de desarrollo. Esto explica, entre otros factores, la necesidad de considerar la variable medioambiente en el diseño e implementación de los planes, proyectos y programas que desarrollan las empresas y en especial las que se ubican en la zona costera<sup>2</sup> en general, y en particular las que pertenecen a los pequeños estados insulares con el pronóstico de los expertos de que algunos de ellos, perderán territorios como consecuencia del cambio climático.

Las consecuencias negativas para el mundo que pronostican los expertos derivadas del cambio climático, proponen a la empresa que se ubica en este ecosistema, incorporar en su gestión la interrelación e interacción que se produce en el ecosistema aire, tierra y mar con los componentes de la vulnerabilidad. El objetivo de este estudio es mostrar dos vías para incorporar los componentes de la vulnerabilidad en la gestión de la empresa que se ubica en la zona costera.

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, denominada Cumbre de Río (1992), se apro-

bó la necesidad de gestionar los espacios geográficos ubicados en la zona costera y los conflictos que generan los diferentes usos y recursos que se encuentran en ese espacio físico-geográfico. Esto supone la utilización del Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC).

El MIZC “Es un proceso de administración” (Barragán J. et. al., 2008, p. 13) porque está compuesto por un conjunto de actividades y decisiones encaminadas a proteger y conservar el medioambiente en función de los objetivos estratégicos previamente determinados y, con base en acuerdos y negociaciones de intereses entre los diferentes usuarios que hacen uso de la zona costera.

El MIZC surgió como un proceso de gestión de los espacios y recursos costeros en disímiles regiones y países del mundo desde los años setenta (Barragán J. et. al., 2008) aunque es con la celebración de la Cumbre de la Tierra que se aprueba la Agenda 21 como un conjunto de normas y acciones conducentes al logro de un desarrollo sostenible desde el punto de vista social, económico y ambiental.

El MIZC es el proceso para la gestión de la zona costera reconocido por los expertos del Grupo Mixto de OMI/FAO/UNESCO-COI/OMM/OMS/OIEA/Naciones Unidas/PNUMA sobre los aspectos científicos de la protección del medio marino. La necesidad de la utilización del MIZC en la gestión de la empresa enclavada en la zona costera, está relacionado con el hecho de que tradicionalmente se evalúa la gestión, a partir de los análisis sectoriales, sin tener en cuenta que la zona costera está constituida por un espacio geográfico único, frágil que necesita protegerse y conservarse con un enfoque ecosistémico, flexible y dinámico. A continuación se relacionan algunos conceptos que sobre el MIZC existen:

<sup>2</sup> A los efectos de este estudio se entenderá como zona costera “la franja marítimo-terrestre de ancho variable, donde se produce la interacción de la tierra, el mar y la atmósfera, mediante procesos naturales” y antrópicos, que dada su complejidad necesita ser caracterizada, demarcada para su manejo y delimitada con propósitos de su ordenamiento de manera sistemática en el tiempo, tomando en consideración en la determinación de sus límites el componente social que interactúa con los recursos costeros. “En ella se desarrollan formas exclusivas de ecosistemas frágiles y se manifiestan relaciones particulares económicas, sociales y culturales”, (Milanés, 2014, p. 15).

1. “[...]proceso dinámico y continuo, en el cual las decisiones se toman para el uso sustentable, desarrollo y conservación de las costas, áreas marinas y sus recursos” (Cicin-Sain y Knecht, 1998, p. 17).
2. “[...] proceso que une gobierno y comunidad, ciencia y manejo, intereses sectoriales e intereses públicos, en la elaboración e implementación de un plan integrado para la protección y desarrollo de los ecosistemas y recursos costeros” (GESAMP, 1996, p. 8).
3. “[...] un conjunto de actividades diseñadas para mantener y mejorar la calidad de los ecosistemas costeros y de las sociedades que viven de ellos” (Olsen, S., Lowry, K. y Tobey, K., 1999, p. 12).
4. “[...] es un proceso de administración” (Barragán et al., 2008, p. 13).

En sentido general, las propuestas académicas reconocen que el MIZC puede ser considerado como un enfoque de manejo y como un proceso. Considerando las diversas interpretaciones, señalamos que el MIZC es un enfoque de manejo, debido a que constituye un estado mental que requiere la gestión de la zona costera no de la forma tradicional (con escaso apoyo de la ciencia, regulaciones e integración; poco participativo y sectorial), sino de forma integrada, que necesita de la participación de todos los agentes económicos que hacen uso de esa zona, implicando compromisos con las decisiones que se adoptan y que plantea escuchar a los mismos para generar consensos.

Este enfoque tiene como objetivo alcanzar el desarrollo sostenible de la zona costera, a partir, de la compatibilidad del desarrollo, de la protección y conservación de los recursos tradicionales que las empresas utilizan y de los recursos costeros: paisajes, playas, aguas

terrestres y marinas, recursos vivos, arrecifes coralinos, lagunas costeras, estuarios, manglares, petróleo y gas, arena, grava y otros minerales y las corrientes marinas que usan a veces por ubicarse dentro de estos. Según Aguilar J. et. al., (2000, p. 4), las empresas tienen características comunes y que se requiere conocerlas para integrarlas a la gestión. “... se comportan como sistemas, interaccionan unos con otros, tienen utilidades múltiples que en ocasiones son complementarias y otras generan conflictos, y a veces proporcionan bienes públicos o privados”.

La zona costera se ve afectada por cambios como resultado de las modificaciones del uso de los suelos, la contaminación marina y los efectos de las variables meteorológicas extremas, entre otros aspectos. Estas singularidades deben ser tenidas en cuenta por todos los actores que se ubican en este ecosistema y por los que hacen uso de este espacio físico-geográfico, lo que es válido observar en la gestión que realiza la empresa ubicada en este ecosistema.

Lo anteriormente expresado plantea la necesidad de incorporar en la gestión que se implemente en estas empresas, las singularidades expuestas anteriormente, para contribuir a la protección y conservación de los ecosistemas ubicados en las costas y en las cuencas de los ríos, de ahí que la gestión que realizan estas empresas debe cambiar de enfoque, permitiéndoseles considerar estas singularidades que se suscitan en estos espacios geográficos, en interacción con los componentes de la vulnerabilidad, en el programa de manejo integrado aprobado para la zona donde la empresa se encuentra enclavada.

La gestión de las empresas que se ubican en la zona costera desde esta perspectiva propone la utilización de los resultados de las diferentes ciencias debido a que las

amenazas a las que se enfrentan poseen un origen diferente las cuales se manifiestan en las dimensiones de las vulnerabilidades de la sociedad.

En este estudio empresarial se entiende por vulnerabilidad a: "... la disposición interna a ser afectado por una amenaza. Si no hay vulnerabilidad, no hay destrucción o pérdida" (Javier J., 2001, p. 14). La vulnerabilidad posee las siguientes dimensiones: física, ambiental, social, organizacional y económica. Los componentes de la vulnerabilidad se pueden incorporar en la gestión de la empresa que se ubica en la zona costera, a través de las funciones de su gestión, tal como se expone a continuación:

- a. *La planificación:* la empresa debe delimitar su área de manejo (el espacio físico y geográfico donde se va a proponer las acciones de MIZC), la empresa necesita además formar capacidades en materia de MIZC y en estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos, con énfasis en la alta dirección, e incorporar estos temas en las acciones de educación ambiental.
- La empresa debe incluir en los planes, programas y proyectos la realización del análisis de los riesgos, la introducción de los resultados de la ciencia en la toma de decisiones, las acciones de adaptación y mitigación al cambio climático, los costos de los conflictos de uso-uso y de uso-recursos y los recursos costeros, así como la estimación de los costos asociados al deterioro de los mismos.
- La empresa debe identificar los factores externos a los cuales ella está expuesta: grado de exposición; sensibilidad y capacidad de adaptación.
- La empresa debe planificar el presupuesto para la realización de los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo y

para la valoración económica de bienes y servicios ambientales

- b. *La ejecución:* la empresa debe incorporar en la Revisión Medioambiental Inicial (REMA), los peligros ambientales significativos.
- c. *El control:* la empresa debe evaluar cómo se resolvieron los conflictos uso-uso y uso-recursos. Finalmente, la empresa debe evaluar sistemáticamente los factores externos a los que ella está expuesta.

Los componentes de la vulnerabilidad se pueden incorporar también, en la gestión de la empresa que se ubica en la zona costera, a través de la utilización de los principios del MIZC, en el estudio de peligro, vulnerabilidad y riesgo de esta empresa. Estos principios se exponen a continuación:

Los principios del MIZC son los siguientes:

- *El principio de la toma ordenada de las decisiones:* participación, coordinación y cooperación. Significa que antes de realizar cualquier acción, los actores económicos y sociales, así como los actores que hacen uso de la zona costera deben considerar el contexto operativo para que no se repitan las acciones, que sean compatibles, que se comparta la información y que estén abiertos a la actualización de los planes.
- *El principio de la actuación racional:* significa preparar las actuaciones con anticipación (prevención) y precaución.
- *El principio precautorio:* constituye el principio No 15 de la Declaración de Río del año 1992 e implica que "Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para pos-

tergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente” (PNUMA, 1992, p. 4). La utilización de este principio significa que la empresa debe actuar, aunque no tenga los resultados de la ciencia, si la observación participante muestra que la empresa genera impactos negativos en la zona costera, derivado de su gestión.

- *El principio de la capacidad limitada de los recursos:* significa que los recursos de los que dispone la empresa para la gestión son finitos.
- *El principio de la valoración:* significa que los recursos costeros y los servicios que estos prestan tienen valor para el ser humano. Si se deteriora o destruye un recurso costero, la sociedad debe sentir que ha perdido algo que tiene valor económico, social y cultural, entre otras cuestiones; como resultado de esta actuación debería reclamarse una compensación económica; por tanto, la empresa debe pagar por contaminar la zona costera. Este principio se corresponde con el principio No 16 de la Declaración de Río sobre Medio Ambiente y el Desarrollo: “Las autoridades nacionales deberían procurar fomentar la internalización de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos, teniendo en cuenta el criterio de que el que contamina debe cargar con los costos de la contaminación, teniendo debidamente en cuenta el interés público y sin distorsionar el comercio ni las inversiones internacionales” (PNUMA, 1992, p. 4).
- *El principio de la responsabilidad compartida* significa que todos los agentes económicos y sociales que se encuentran en el entorno de la empresa tienen derechos y deberes que cumplir con respecto a la gestión.

- *El principio de la recuperación patrimonial* significa que la empresa debe tomar medidas que permitan recuperar el patrimonio costero perdido, (Barra-gán, 2003).

### 3. Consideraciones finales

Existen diferentes perspectivas para el estudio de las vulnerabilidades ante desastres naturales. El enfoque social de riesgo ha primado en la práctica de su gestión en Cuba. El análisis de la vulnerabilidad social y funcional que hoy se realizan en dichos estudios, pudieran enriquecerse con los indicadores para las dimensiones de exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa para asentamientos humanos en riesgo por penetración del mar, algunos de los cuales no se encuentran recogidos en la metodología vigente en Cuba, pero que constituyen hallazgos importantes después de aplicar la misma en la provincia de Santiago de Cuba.

La metodología aplicada para determinar la vulnerabilidad ecológica contempla en el componente de exposición elementos como el oleaje, la surgencia y la sobre elevación del nivel del mar. Lo cual es importante para obtener la modelación de la inundación de acuerdo a la intensidad de evento. Sin embargo, es importante considerar en el análisis de gabinete la dirección del viento que influye en la dirección del oleaje que provoca la inundación.

En el caso del componente de sensibilidad, resulta valiosa la categorización de áreas protegidas y ecosistemas frágiles para la evaluación. Lo cual podría enriquecerse añadiendo indicadores que permitan cuantificar los valores naturales asociados, así

como la diversidad fitocenótica. Por último, se considera que para obtener la vulnerabilidad ecológica “neta” se precisa incluir indicadores del estado de salud de los ecosistemas y de su capacidad de resiliencia, variable que está siendo considerada en los estudios de riesgo en Cuba.

En el caso de la vulnerabilidad económica, se propone incorporar los componentes ecosistémicos en la gestión de las empresas que se ubica en la zona costera, así como los principios del MIZC en el estudio de los peligros, vulnerabilidades y riesgos de las mismas.

La gestión de las empresas que se ubican en la zona costera, cuando incluye los componentes de la vulnerabilidad ecológica, amplía la perspectiva de su análisis de forma integral e integrada. Con esta perspectiva se puede contribuir a una gestión empresarial que conduce al cumplimiento de los objetivos estratégicos del milenio.

## Referencias

AGUILAR, J., Yepes, V., ESTEBAN, V., Serra, J (2000): Calidad y gestión de recursos costeros. En V Jornadas Españolas de Ingeniería de Costas y Puertos (Vol. II), (pp. 877-890). España: Ed. Universidad Politécnica de Valencia.

AMA (2014): Agencia de Medio Ambiente. Metodología para la determinación de riesgos de desastres a nivel territorial. Parte 1. PNUD, Cuba.

ANC (2000): Asamblea Nacional Cuba. Decreto-Ley 212. Gestión de la Zona Costera [Formato digital]. [Fondos del Citma] Cuba

ANC (2016): Asamblea Nacional de Cuba. Actualización de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución Cubana para el periodo

2016-2021. Aprobados en el 7mo congreso del PCC en abril del 2016.

APÍN, Yanet (2012): Programa de manejo Integrado de playas en la provincia Santiago de Cuba. Tesis de Maestría. Universidad de Oriente.

BARRAGÁN J (2003): Medio Ambiente y desarrollo en áreas litorales. Introducción a la Planificación y Gestión Integradas. Servicio de Publicaciones Universidad de Cádiz. España.

BARRAGÁN, J., Chica, A. y PÉREZ M (2008): Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de zonas Costeras. España: Edición EGMASA.

CICIN-Sain, B. y Knecht, R. (1998): Integrated Coastal and Ocean Management: Concepts and Practices. Island Press, Washington, D.C.

Clark J. R., (1992). Integrated management of coastal zone. FAO. *Fisheries Technical Paper*, No 327, página 160.

COLECTIVO DE AUTORES (2011): Análisis preliminar de la vulnerabilidad de la costa de Andalucía a la potencial subida del nivel del mar asociado al Cambio Climático Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía Dirección General de Cambio Climático y Medio Ambiente Urbano, Sevilla. 154 pp.

COLECTIVO DE AUTORES (2016): Informe del estudio de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo de inundaciones por penetración del mar en Santiago de Cuba. Inédito.

GESAMP (1996): La Contribución de la Ciencia al Manejo Costero Integrado (MCI) Grupo de expertos sobre los aspectos científicos de la protección ambiental marina IMO / FAO / UNESCO-IOC / WMO / WHO / IAEA / UN / UNEP. ESTUDIOS. ESTUDIOS E INFORMES DE GESAMP No 61. en <http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/>



- file/187158/CGACC\_2016\_Variabilidad\_y\_Cambio\_Climatico\_Impactos\_Vulnerabilidad\_y\_Adaptacion.pdf
- IPCC (2001): Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change. Third Assessment Report. Disponible en [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch).
- IPCC (1994): Preparing to meet the coastal challenges of the 21st century. Conference Report, World Coast Conference 1993, Ministry of transport, public Works and water Management, National Institute for coastal and Marine Management, Coastal Zone Management Centre, The Hague, The Netherlands.
- Javier J (2001): Vulnerabilidad y Medio Ambiente. División de medio ambiente y asentamientos humanos. CEPAL. Santiago de Chile.
- Martínez Hernández Leticia (2017): Consejo de Ministros aprueba Plan de Estado para enfrentamiento al cambio climático en [http://www.cubadebate.cu/noticias/2017/04/28/consejo-de-ministros-aprueba-plan-de-estado-para-enfrentamiento-al-cambio-climatico/#.WQNYBN3B\\_IU](http://www.cubadebate.cu/noticias/2017/04/28/consejo-de-ministros-aprueba-plan-de-estado-para-enfrentamiento-al-cambio-climatico/#.WQNYBN3B_IU), acceso 23 diciembre 2016.
- MILANÉS Batista, Celene (2014): Método Integrado para demarcar y delimitar las Zonas Costeras (DOMIZC): Estudio de caso Santiago de Cuba. Tesis presentada en opción al grado científico de doctor en ciencias Técnicas. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba.
- Olsen, S., Lowry, K. y Tobey, K. (1999): Una guía para evaluar el progreso en el manejo costero. en <http://www.ecocostas.org/images/documentos/04guia.pdf> consultado 21 de enero 2017.
- ONEI (2015): Oficina Nacional de Estadísticas e Información de Cuba. Anuario Estadístico de Santiago de Cuba. I Edición
- ONEI (2015 b): Oficina Nacional de Estadísticas e Información de Cuba. Anuario Estadístico de Guamá. II Edición
- PÉREZ Montero Ofelia, ALVAREZ Adán ADRIAN, Gómez VILLA Yaritza. Cambio climático y vulnerabilidades en Cuba (2016): En Variabilidad y Cambio Climático. Impactos, vulnerabilidad y Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe. Propuestas para métodos de evaluación. Coordinadores. Dra. Ana Cecilia Conde Álvarez y Dr. Jorge López Blanco. Primera Edición: 2016. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, México.
- PNUMA (1992): Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Capítulo 17 de la Agenda 21. Río de Janeiro, República Federativa del Brasil – junio, en [https://www.google.com/?gws\\_rd=ssl#q=Cap%C3%ADtulo+17+del+Programa+21](https://www.google.com/?gws_rd=ssl#q=Cap%C3%ADtulo+17+del+Programa+21) acceso, 17 de abril de 2012.
- PNUD (2014): Metodologías para la determinación de riesgos de desastres a nivel territorial. Parte 1, PNUD Cuba ISBN: 978-959-300-033-8, La Habana, Cuba.
- REPÚBLICA DE CUBA (2015): Contribución nacionalmente determinada. Convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático (19/11/2015)
- RODRÍGUEZ y PRIEGO (1998). Guía para la confección de estudio Nacionales de Biodiversidad PNUMA.
- Schröter, D., Metzger, M.J., Cramer, W., Lee-mans, R.(2004): Vulnerability assessment-Analyzing the human-environment system in the face of global environmental change. ESS Bulletin 2(2): 11-17.
- UICN/CMMC. (1994): Guidelines for Protected Area Management Categories. Gland y Cambridge: UICN.

## CAPÍTULO 3

# Contribución de la telefonía móvil a los Sistemas de Alertas Tempranas para gestionar el riesgo en Cuba

**Ángel Antonio Ravelo Batista\***  
**Celene Milanés Batista\*\***

\* Facultad de Ing. Eléctrica. Departamento de Control Automático. Universidad de Oriente.

\*\* Departamento de Civil y Ambiental. Universidad de la Costa. Colombia.

### Resumen

En el capítulo se presenta el desarrollo de una aplicación móvil capaz de mantener a la población informada de las alertas ante eventos extremos. Para ello se realiza un análisis detallado de los tipos de alertas que existen y del funcionamiento de los Sistemas de Alertas Tempranas en el mundo y en particular en Cuba mediante el empleo de las nuevas tecnologías de la información. Como segundo resultado, se explica en que consiste el Sistema de Alerta Temprana para Telefonía Móvil denominado por sus siglas SATEmóvil. Se describe cuáles son sus aplicaciones y ventanas de ayuda. Se concluye que la aplicación propuesta permite la recepción de las alertas tempranas para diferentes tipos de eventos extremos. La aplicación ha sido culminada y registrada y tiene gran importancia para el país al permitir que la población pueda estar informada antes, durante, o después de ocurrir cualquier fenómeno extremo que afecte a los habitantes de la ciudad. El resultado se convierte en un elemento importante en el tema de informatización para la sociedad cubana.

## 1. Introducción

Desde su formación la Tierra está cambiando. Algunos de los factores que transforman continuamente el planeta son: las variaciones en la radiación solar; cambios en el clima, largos períodos de lluvia o de sequía, las glaciaciones (o períodos en los cuales la temperatura ha disminuido tanto, que el hielo y la nieve han cubierto gran parte de la tierra); los impactos de meteoritos, asteroides; los fenómenos naturales como erupciones volcánicas, terremotos, tsunamis e, incluso, los cambios que ocasionan los seres vivos derivados de su actividad antrópica ([www.secretosparacontar.org](http://www.secretosparacontar.org)).

Cada año, estas variaciones del clima traen consigo desastres causados por fenómenos climáticos extremos como son la aparición de ciclones tropicales, fuertes tormentas, inundaciones, olas de calor y sequías, las cuales provocan pérdidas significativas de vidas e importantes impactos socioeconómicos. Estos desastres pueden poner en riesgo el desarrollo y el crecimiento de los países, especialmente de los que tienen menor capacidad de respuesta.

Para el caso de Cuba, los huracanes y sismos, son los eventos naturales que constituyen las principales amenazas del país (Milanés et al, 2017). La parte central y occidental de la nación cubana han sido las más afectadas por eventos hidrometeorológicos, no así la región oriental con menores impactos recogidos históricamente. Sin embargo, en el caso de la provincia de Santiago de Cuba, se presenta la zona de mayor riesgo sísmico del archipiélago por su proximidad a la franja sismogénica Bartlett-Caimán (Chuy, T., 1999).

El terremoto ocurrido el 3 de febrero de 1932 en Santiago de Cuba, constituye el ejemplo más relevante de este tipo de evento por las pérdidas económicas y los impactos sociales y materiales que causó sobre el patrimonio construido. Por los registros de sucesos naturales acontecidos en la ciudad y la memoria histórica existente, la población consideraba a los sismos como la mayor amenaza, confiados en el mito de que las montañas de la Sierra Maestra constituían un escudo que protegían contra eventos hidrometeorológicos. A pesar de esto, el huracán Sandy ocurrido en octubre de 2012, demostró la vulnerabilidad de la región ante este tipo de fenómeno y la necesidad de prepararse y evaluarlo como una amenaza significativa de igual manera que en el caso de los sismos (Vaz, 2012).

Una de las formas de orientar a la población en caso de eventos extremos lo constituyen los Sistema de Alerta Temprana (SAT). En la ciudad de Santiago de Cuba, así como en toda Cuba, se encuentra implementado el SAT para varios tipos de amenazas (Milanés et al, 2015). Este sistema se basa en un intercambio de información y análisis entre el centro o sistema que detecta y monitorea el peligro y las autoridades pertinentes, quienes toman las decisiones correspondientes y orientan a los órganos de dirección inferiores y a la población sobre las medidas a implementar.

Los SAT en el mundo cuentan con diversas maneras de propagación de la información utilizando también las nuevas tecnologías de la información, ejemplo de esto es en Colombia, donde La Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) lanzó la aplicación móvil “Yo Reporto”, donde los colombianos ya pueden notificar los fenómenos naturales ocurridos en su entorno. Con esto, se busca fortalecer los sistemas de información sobre emergencias y desastres en el país, los cuales reciben un promedio de 10 a 15 reportes diarios de atención local, departamental y de intervención nacional ([www.eltiempo.com](http://www.eltiempo.com)).

Por su parte, la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA, por sus siglas en inglés) tiene una aplicación móvil gratuita para permitir que los usuarios reciban alertas meteorológicas del Servicio Nacional Meteorológico (NWS), de hasta cinco lugares distintos de todo Estados Unidos. La función permite que los usuarios reciban alertas sobre inclemencias climáticas, incluso si el teléfono no está ubicado en el área de emergencia, lo que hace posible mantenerse al tanto de las condiciones del tiempo que pueden amenazar a sus familiares y amigos ([www.cnet.com](http://www.cnet.com)).

En Cuba, para que la información sea procesada se necesita de la participación de un grupo de instituciones involucradas en el SAT. Estas son: el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), Instituto Cubano de Radio y Televisión (ICRT), Instituto de Meteorología (INSMET) y la Defensa Civil, así como también los órganos superiores del gobierno. En ocasiones esta información llega con retardo a los directivos de cada institución, debido a fallos en la red eléctrica o en los servidores de correo electrónico por donde se envían dichas alertas, esto puede traer como consecuencia una demora a la hora de transmitir la información a los decisores y estos a su vez a la población, los cuales transmiten la información utilizando la radio o la televisión o por otros medios de difusión menos orientadas a las nuevas tecnologías de la información que permiten el envío de la información de forma sagaz.

Por su parte, en la provincia de Santiago de Cuba se han realizado diferentes tipos de programas como es el Sistema Local de Alerta Temprana Medioambiental del ecosistema Bahía creado en el año 2008, donde se le solicitaba a la población que reporte para contingencias tanto en la tierra, el aire o el agua. Este sistema requería en aquel entonces que el ciudadano contara con un teléfono fijo cercano para realizar el reporte de la incidencia, la cual nunca se realizaba por falta del mismo y por los altos costes de la telefonía celular en aquellos momentos. Estas limitaciones evidencian el poco acceso que existe a la información oportuna.

Como una oportunidad para aprovechar hoy por las comunidades cubanas, se ha logrado la obtención de créditos con un crecimiento vertiginoso en la aplicación de la telefonía móvil. El paulatino descenso de los precios de las llamadas y la recepción gratuita de la mensajería, así como el incremento en el uso

de teléfonos inteligentes que puedan gestionar aplicaciones móviles para el acceso a la información de una manera fácil y en cualquier lugar que el usuario se encuentre, constituyen otras ventajas. No obstante, es de suma importancia continuar buscando opciones que le permitan a la población acceder a esta información utilizando estas nuevas alternativas de comunicación sin la necesidad del acceso a internet por la telefonía móvil, las que aún hasta la fecha no se encuentra implementada en la Isla.

Debido a esta situación, es que surge la pregunta de investigación **¿Cómo lograr crear una aplicación móvil que permita que las informaciones de las alertas lleguen a la población de una manera más rápida y eficiente?** Para sustentar este problema se define como hipótesis, que si se desarrolla una aplicación móvil que permita el acceso a las alertas tempranas para eventos hidrometeorológicos extremos y sismos, se contribuirá a mantener informada a la población de manera más rápida y eficiente.

## 2. Metodología de la investigación

La metodología de la investigación se dividió en dos fases importantes: i) el análisis de la producción científica o estado del arte, referido a los sistemas de alertas tempranas y los sistemas de telefonía móvil para la gestión del riesgo y ii) el diseño del software denominado en sus siglas SATEmóvil para contribuir a mantener informada a la población ante eventos extremos de origen natural. Estas fases se integran para determinar la etapa de desarrollo en que se encuentra el sistema, el cual pretende ser introducido en varias provincias del territorio cubano.

En la primera fase se consideraron los tipos de alertas y sus formas de aplicación en la escala internacional. Se particulariza en los Sistemas de Alertas Tempranas (SAT) y sus aplicaciones en móviles. Para el caso cubano se consultaron las aplicaciones Zappy, Running apps, IMO, Dietista P, JChat, TransiCuba, Merkat: Merkat, Rápido Etecsa, entre otras. Para cada una de ellas se tuvo en cuenta factores tales como el diseño de la aplicación, la velocidad y tipo del desarrollo de la herramienta, entre otras variables.

Los datos necesarios para construir el software que forma parte de la segunda fase de la investigación, fueron recolectados por medio de encuestas a directivos y personal de apoyo de las instituciones que trabajan los sistemas de alertas tempranas, dentro de las que destacan la Defensa Civil, el Centro Provincial de Meteorología, el Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas (CENAI) entre otras entidades con competencia en el territorio cubano.

### 3. Desarrollo

El fenómeno del cambio climático ha llevado a un incremento en las amenazas meteorológicas e hidrológicas (UNEPGEAS, 2012). Un reflejo de ello son los 6000 desastres naturales que entre 1995 y 2004 causaron 900 mil muertos, 2.500 millones de personas damnificadas y US\$ 738 billones en pérdidas materiales a nivel mundial (Basher, 2006). Las inundaciones y las sequías son las amenazas meteorológicas e hidrológicas de más importancia debido a la magnitud de los daños que causan, por lo que en las últimas décadas ha crecido el interés por los sistemas de alerta temprana (SAT) para enfrentarlas. Tales sistemas han contribuido a reducir las pérdidas económicas y el número de heridos o víctimas mortales (Ocharan, 2007; Lenton, 2011). En

el presente capítulo se realiza una extensa investigación bibliográfica sobre los SAT y su funcionamiento, evidenciando como estos se ponen de manifiesto en la actualidad.

#### 3.1. Los sistemas de Alertas Tempranas

Un Sistema de Alerta Temprana (SAT) es una herramienta técnica que soporta la reducción de riesgos y la preparación ante desastres, con el objetivo de proteger a las personas y sus medios de vida expuestos a peligros. El propósito de un SAT es crear condiciones para que una comunidad, una ciudad, una población, actúe con suficiente tiempo y de manera oportuna ante un peligro y se reduzca la pérdida de vidas humanas. Un Sistema de Alerta Temprana estará compuesto básicamente por:

1. Sistema de Monitoreo y Vigilancia
2. Sistema de Comunicaciones
3. Sistema de Alarma
4. Plan de Evacuación

En la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD-ONU) se menciona que los sistemas de alertas tempranas proporcionan la información oportuna y eficaz a través de instituciones y actores claves, permitiendo a individuos expuestos a una amenaza, la toma de acciones a fin de evitar o reducir su riesgo para prepararse de forma efectiva.

Los Sistemas de Alerta Temprana incluyen estos cuatro elementos: 1) conocimiento y mapeo de amenazas; 2) monitoreo y pronóstico de eventos inminentes; 3) proceso y difusión de alertas claras para autoridades políticas y la población; así como 4) adopción de medidas apropiadas y oportunas en respuesta a tales alertas.

El desarrollo de dichos sistemas se inició en 1960, cuando la Organización de las



Naciones Unidas comenzó a adoptar medidas en este sentido. Sin embargo, fue en 1970, con la resolución 2717 de este organismo, que se planteó formalmente la necesidad de desarrollarlos. Posteriormente, en 1989, y con el fin de reducir los daños causados por los eventos catastróficos, se estableció la Década Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales de 1990 al año 2000 (IDNDR); desde entonces, todos los años, el 13 de octubre, se celebra un día conmemorativo. A partir de ese momento aumentó el interés por los sistemas de alerta temprana, lo que propició en 1994 la realización de la Conferencia Internacional de las Naciones Unidas para la Reducción de los Desastres Naturales, en la cual se establecieron las directrices para la prevención, la preparación y la mitigación de los desastres naturales en el siglo XXI.

En 1999 en las Naciones Unidas se adoptó la resolución 54/219 con el fin de dar inicio a la Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres. Por último, en el 2005, durante la Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres, se estableció un plan de acción conocido como el Marco de Acción de Hyogo, el cual establece las prioridades para la gestión del riesgo (UNISDR, 2013).

Los Sistemas de Alerta Temprana han evolucionado con el conocimiento científico. En su desarrollo, Basher (2006) identifica cuatro etapas.

1. Los sistemas pre-científicos, que se basan en las primeras observaciones sobre fenómenos simples como la forma de las nubes, el estado del océano o la visibilidad de las estrellas.
2. Los Sistemas de Alerta Temprana ad hoc, que son sistemas específicos desarrollados por iniciativa de científicos o personas interesadas en el tema del riesgo.
3. Los Sistemas de Alerta Temprana desarrollados por los servicios meteorológicos, que implican una entrega organizada, lineal y unidireccional de los productos de la alerta a los usuarios por parte de los expertos.
4. El Sistema de Alerta Temprana integral, el cual vincula todos los elementos necesarios para la advertencia temprana y la respuesta eficaz, e incluye el papel del elemento humano del sistema y la gestión de riesgos.

En el ámbito Internacional, la FAO facilita a los países información periódica y alertas tempranas frente a amenazas potenciales, conocidas y nuevas. Para que sus medios de vida sean resilientes frente a las amenazas y las crisis, las personas han de estar informadas a fin de prevenir, contrarrestar, prepararse y hacer frente a las amenazas inminentes que afectan a la agricultura, la ganadería, la pesca y la silvicultura, como una sequía que reduce al mínimo los rendimientos o agota las fuentes de agua para los animales. Esta organización también brinda una amplia gama de apoyo e instrumentos para ayudar a los países a realizar un seguimiento, detectar, prever los riesgos y, en caso necesario, emitir alertas sobre peligros inminentes de origen naturales o bien provocados por el hombre ([www.fao.org](http://www.fao.org)).

Por su parte en Cuba, en el Capítulo XIV de La Ley 75 de la Defensa Nacional del 21 de diciembre de 1994, se define el Sistema de Medidas de Defensa Civil como un sistema de carácter estatal cuya función principal es salvaguardar a la población cubana y sus conquistas sociales y económicas ante cualquier tipo de peligro natural o de otro origen. Esta Ley establece que los presidentes de las Asambleas Provinciales y Municipales,

en su mayoría gobernadores y alcaldes, tienen la responsabilidad de dirigir la Defensa Civil en sus respectivos territorios. Ellos se encargan de implementar las principales medidas que deben cumplirse para la protección de la población y la economía. Deja claro que dichas medidas deben ser coordinadas y ejecutadas por los organismos estatales, las entidades económicas y las instituciones sociales, con la participación plena de toda la población.

El Sistema se fue perfeccionando con nuevas experiencias y leyes, entre ellas el Decreto Ley No. 170 del Sistema de Medidas de Defensa Civil de 8 de mayo de 1997, que se establece como cuerpo legal específico de la Defensa Civil y desarrolla un sistema de medidas que permite prever y minimizar las afectaciones por la ocurrencia de desastres naturales u otros tipos de catástrofes que ocasionan al país cuantiosas pérdidas humanas, materiales y otros trastornos sociales, económicos y ambientales, que inciden negativamente en el desarrollo y requieren para su reducción de la acción coordinada de las fuerzas y recursos existentes en el territorio nacional, así como de la ayuda y cooperación internacional para de este modo complementar lo dispuesto en el Capítulo XIV de la Ley de la Defensa Nacional.

La mencionada norma legal, define el papel y lugar de los órganos y organismos estatales, las entidades económicas e instituciones sociales en relación con el cumplimiento de las medidas de defensa civil; la organización y ejecución de las medidas de defensa civil para la protección de la población y de la economía; el establecimiento de fases para la protección de la población y de la economía en casos de desastres naturales u otros tipos de catástrofes, o ante la inminencia de estos; así como el financiamiento de los planes y medidas de defensa civil. Declarándose que

es el Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil (EEMNDC), es el órgano encargado de velar por el cumplimiento de las medidas de defensa civil, las normas y convenios internacionales relativos a la protección civil de los que la República de Cuba sea parte y, de coordinar con el Ministerio para la Inversión Extranjera y la Colaboración Económica, los programas de cooperación y ayuda internacional en caso de desastres naturales u otros tipos de catástrofes.

Además, tiene como atribuciones y funciones las de organizar, coordinar y controlar el trabajo de los órganos y organismos estatales, las entidades económicas e instituciones sociales en interés de proteger a la población y la economía, en condiciones normales y situaciones excepcionales. Se debe destacar que como parte de la gestión del riesgo esta norma jurídica resalta, en su artículo 13, las fases por las que se transita, con el propósito de aplicar, de forma ágil y escalonada, según la evolución de la situación, las medidas que permitan reducir las consecuencias de estos fenómenos. Estas fases son las siguientes:

- a) Fase informativa. Tiene como objetivo informar a los órganos y organismos estatales, las entidades económicas e instituciones sociales y a la ciudadanía en general, la posibilidad de la ocurrencia de un desastre natural o hecho catastrófico. Implica la movilización parcial de los órganos de dirección para casos de catástrofes, y de limitados recursos, así como la toma de medidas preventivas.
- b) Fase de alerta. Se establece al incrementarse la probabilidad de la ocurrencia de desastres naturales u otros tipos de catástrofes. Implica la movilización de los órganos de dirección para casos de catástrofes y recursos planificados

para la misma, así como el incremento de las medidas preventivas, incluida la evacuación de la población residente en lugares de mayor riesgo. Estará siempre acompañada del nombre del tipo de desastres natural o catástrofe en cuestión.

5. Fase de alarma. Se establece ante la inminencia de desastres naturales u otros tipos de catástrofes o una vez ocurridos éstos. Implica la realización de todo el contenido de los planes confeccionados para enfrentarlos. Estará siempre acompañada del nombre del tipo de desastre natural o catástrofe en cuestión.
6. Fase recuperativa. Se establece después de la ocurrencia de desastres naturales u otros tipos de catástrofes y en ella se realizan los trabajos necesarios para el restablecimiento de la normalidad en los territorios afectados, incluyendo la desmovilización de los órganos de dirección y los recursos empleados en las fases precedentes (Milanés y otros, 2015b).

### 3.2. Tipos de alertas y formas de aplicación

Son varios los tipos de alertas que existen en el mundo y sus formas de aplicación. Las alertas son emitidas cuando se genera algunos de los siguientes eventos:

*Incendios Forestales:* Un incendio forestal corresponde a un fuego que se propaga sin control a través de vegetación rural o urbana y pone en peligro a las personas, los bienes y/o el medio ambiente (www.cnet.com).

*Deslizamientos de Tierra:* Los deslizamientos de tierra generados por lluvia o sismo son

una de las principales amenazas para la infraestructura de transportes y las líneas vitales. Debido al desarrollo progresivo de zonas urbanas e infraestructura en lugares antes no ocupados, cada vez más personas y actividades se asientan en ambientes que están, o pueden estar, expuestas a este tipo de amenazas (Milanés y otros, 2017).

*Intensas Lluvias:* Las inundaciones se presentan como consecuencia de lluvias intensas en diferentes regiones del territorio nacional. Algunas se desarrollan durante varios días, pero otras pueden ser violentas e incontenibles en pocos minutos (www.EcuRed).

*Tormenta Local Severa:* Es aquella que viene acompañada al menos por uno de los siguientes fenómenos: tornados, caída de granizos, trombas marinas y vientos lineales superiores a los 92 kilómetros por hora, (Ibídem, 2009).

*Inundaciones:* Una inundación es la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de esta, por desbordamiento de ríos, torrentes o ramblas, por lluvias torrenciales, deshielo, por subida de las mareas por encima del nivel habitual, por maremotos, huracanes, entre otros (Milanés y otros, 2017). Las inundaciones fluviales son procesos naturales que se han producido periódicamente y que han sido la causa de la formación de las llanuras en los valles de los ríos, tierras fértiles, vegas y riberas, donde tradicionalmente se ha desarrollado la agricultura. En las zonas costeras los embates del mar han servido para modelar las costas y crear zonas pantanosas como albuferas y lagunas que, tras su ocupación antrópica, se han convertido en zonas vulnerables.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Inundaci%C3%B3n>, Consultado en Diciembre 2016.

*Altas y Bajas Temperaturas:* En cuanto a las temperaturas máximas, la gran mayoría de países del mundo han llegado a superar los 40 grados, si bien hay un grupo más reducido, con países como China o zonas como la costa oeste de Estados Unidos en que se han batido los 50 grados. También en la India y en gran parte de los países del Magreb se han pulverizado registros. De hecho, durante muchos años, se creía que la temperatura más alta registrada en la Tierra correspondía a los 57,8°C que el 13 de septiembre de 1922 se habían registrado en El Aziza (Libia). Pero tras una larga investigación, la Organización Mundial de Meteorología (OMM) decidió eliminar la validez de dicho dato, ya que muy probablemente se había medido bajo unas condiciones poco ortodoxas. Desde entonces, la estación de Furnace Creek, situada en el conocido “Death Valley” o Valle de la Muerte (EE.UU.), cuenta con el privilegio de ser el lugar más caliente del planeta, ya que el 10 de julio de 1913 la temperatura llegó a alcanzar los 56,7 °C.

En el lado de los extremos más fríos del planeta, las temperaturas más bajas se han registrado en los puntos más septentrionales, como parece lógico. En un segundo lugar, con temperaturas que han llegado a alcanzar entre -40 °C y 50 °C se encuentran países como China, India, Mongolia o Kazajstán, en Asia. En el caso de Europa, también sufren esas mínimas en los países nórdicos. En Turquía se han llegado a registrar mínimas de ese mismo calibre, como en Estados Unidos.<sup>4</sup>

*Sequia:* La sequía es un fenómeno engañoso. Al contrario que los desastres repentinos,

evoluciona a lo largo del tiempo y destruye gradualmente la región afectada. En los casos agudos, la sequía puede durar muchos años y causar efectos devastadores en la agricultura y las reservas de agua (www.ifrc.org). La sequía se define como déficit de lluvias durante un período de tiempo prolongado, una temporada, un año o varios años, en relación con la media estadística multianual de la región en cuestión. La falta de lluvia da lugar a un suministro insuficiente de agua para las plantas, los animales y los seres humanos. Por su parte, la sequía puede resultar en otros desastres: inseguridad alimentaria, hambrunas, malnutrición, epidemias y desplazamientos de poblaciones.

A veces, las comunidades rurales son capaces de hacer frente a uno o dos períodos sucesivos de escasez de lluvias y de pérdida de cultivos o ganado. La situación se convierte en una emergencia cuando las personas han agotado todos sus recursos adquisitivos, reservas de alimentos, bienes y mecanismos habituales para salir adelante (ibídem).

*Amenaza de Plagas:* Las plagas y enfermedades transfronterizas de las plantas pueden propagarse fácilmente a varios países y alcanzar dimensiones de epidemia afectando a los cultivos, lo que causa pérdidas significativas a los agricultores y amenaza la seguridad alimentaria. La propagación de las plagas y enfermedades transfronterizas de las plantas ha aumentado drásticamente en los últimos años. La globalización, el comercio y el cambio climático, así como la menor capacidad de recuperación de los sistemas de producción debido a la intensificación de la agricultura durante años contribuyen a ello. Los brotes y los recrudescimientos de plagas pueden provocar pérdidas enormes de cultivos y pastos, poniendo en peligro los medios de vida de los agricultores vulnerables y la seguridad

<sup>4</sup> Disponible en: <http://www.geografiainfinita.com/2015/07/la-temperaturas-mas-bajas-y-mas-altas-registradas-en-cada-pais-del-mundo/>, Consultado en Diciembre 2016.

alimentaria y nutricional de millones de personas cada vez ([www.fao.org](http://www.fao.org)).

*Amenaza para el Ganado:* Al menos un 7% de las razas de ganado y aves de corral del mundo se ha extinguido y un 17% están peligro de hacerlo, según un estudio publicado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), que considera estratégica la diversidad genética de estos animales para alimentar a las poblaciones futuras. “Durante miles de años los animales domésticos como ovejas, pollos y camellos han contribuido directamente a la subsistencia y la seguridad alimentaria de millones de personas”, señaló el director general de la FAO, José Graziano da Silva. “Una proporción importante del ganado está en riesgo de extinción y su riqueza genética podría perderse antes de que pueda ser utilizada para ayudar a agricultores, pastores y criadores en los desafíos de producción presentes y futuros” ([www.fao.org](http://www.fao.org)).

El segundo informe sobre la situación de los Recursos Zoogenéticos Mundiales (el primero se publicó en 2007) asegura que de las 8.774 razas diferenciadas de aves y mamíferos que se utilizan en la actualidad para la producción alimentaria en el mundo, unas 1.458 están amenazadas. La cifra ha pasado del 15% en 2005 al 17% en 2014.<sup>5</sup>

*Huracanes o Ciclones Tropicales:* Los conceptos de tormenta tropical, ciclón, huracán y tifón, aunque diferentes, describen el mismo tipo de desastre. En esencia se refieren a grandes sistemas cerrados de circulación de aire en la atmósfera, en los que se combinan bajas presiones y fuertes vientos que rotan en el sentido opuesto de las agujas del reloj

en el hemisferio norte y en el sentido de las agujas del reloj en el hemisferio sur ([www.ifrc.org](http://www.ifrc.org)). Estos sistemas se denominan “ciclón” en el Océano Índico y el Océano Pacífico sur; “huracán” en el Océano Atlántico occidental y el Océano Pacífico oriental, y “tifón” en el Océano Pacífico occidental. Los huracanes y tifones (nombres locales para tormentas originadas en el Caribe y en la región del Mar de China respectivamente) son el mismo tipo de tormenta que los “ciclones tropicales”.

Un ciclón tropical es un sistema de tormenta no frontal caracterizado por un centro de baja presión, bandas de lluvias en espiral y fuertes vientos. Normalmente se origina sobre aguas tropicales o subtropicales. El sistema adquiere más fuerza con el calor liberado al ascender el aire húmedo y condensarse el vapor de agua que contiene (sistema de tormenta “de núcleo cálido”). Para ello, la temperatura del agua debe ser superior a 27 °C. Los ciclones, huracanes y tifones pueden predecirse con varios días de antelación. Sus efectos son en gran escala y con frecuencia muy destructivos, habitualmente más que los de las inundaciones.<sup>6</sup>

*Sismos:* Es un fenómeno de sacudida brusca y pasajera de la corteza terrestre producida por la liberación de energía acumulada en forma de ondas sísmicas. Los más comunes se producen por la actividad de fallas geológicas. También pueden ocurrir por otras causas como, por ejemplo, fricción en el borde de placas tectónicas, procesos volcánicos o incluso pueden ser producidas por el hombre al realizar pruebas de detonaciones nucleares subterráneas (Milanés y otros, 2017; [www.ifrc.org](http://www.ifrc.org)).

<sup>5</sup> Disponible en: <http://www.publico.es/ciencias/extincion-animales-granja-amenaza-alimentacion.html>, Consultado Diciembre 2016.

<sup>6</sup> Disponible en: <http://www.ifrc.org/es/introduccion/disaster-management/sobre-desastres/definicion—de-peligro/tormentas-tropicales-huracanes-ciclones-y-tifones/>, Consultado en Diciembre 2016.



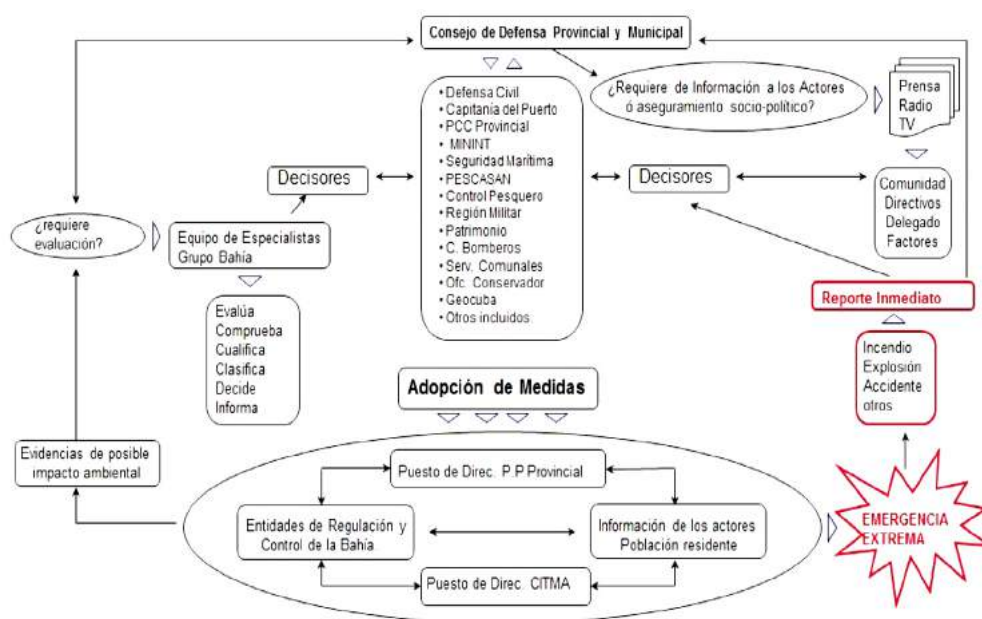
En los países desarrollados cuando se genera un evento de este tipo rápidamente se activan las alertas de diversas formas y mayormente centradas en las nuevas tecnologías de la información de Internet y la telefonía móvil, en cambio en Cuba se realiza como se muestra en la Figura 1.

Como se aprecia en la Figura 1, aun en Cuba no se utilizan medios de transmisión de la información ante alertas tempranas por telefonía móvil. Los medios empleados son la prensa, la radio y la televisión. La presente investigación corrige esta limitante y aproxima el uso de la telefonía móvil al recibo de la información de las alertas tempranas para los tipos de eventos extremos anteriormente descritos.

Con una alta representación de los principales sectores de la economía, estos sistemas de vigilancia se desarrollan para eventos sismológicos, de sanidad vegetal, salud pública, incendios, meteorológicos, hidrológicos, epizootiológico, entre otros. Dentro de ellos destaca el Sistema Local de

Alerta Temprana Medioambiental, puesto en funcionamiento en ecosistemas como bahías y playas, donde la población avisa de forma inmediata a los Puntos de Alerta Temprana ante la observación y presencia de algunas contingencias antrópicas que ponen en peligro la salud del hombre y de los hábitats costeros asociados. A continuación, se describen algunas de las manifestaciones objetos de alarma en los medios marino, terrestre y en el aire. (Ver Tabla 1)

En la identificación de cualquiera de estos problemas intervienen niños, jóvenes y adultos. Los sistemas de educación en Cuba incluyen actividades curriculares y extracurriculares desde las etapas primaria, secundaria, preuniversitaria y universitaria. Los estudiantes y trabajadores reciben cursos y entrenamientos sobre modos de actuación ante una emergencia natural o antrópica como puede ser el paso de un huracán, un sismo, escapes de amoníaco o cualquier otro gas. De este modo se fomenta una cultura de la seguridad y de la prevención de riesgos costeros.



**Figura 1.** Funcionamiento de un Sistema de Alerta Temprana en Cuba. (Fuente: Vicente, 2008)

**Tabla 1.** Señales para la activación de Sistemas Locales de Alerta Temprana. (Fuente: Milanés, 2014.)

Medio	Manifestaciones para activar la alerta
Agua	<p>Presencia de mareas negras o signos de combustibles, derrames de aceites u otros hidrocarburos en el agua.</p> <p>Cambios de coloración, incremento de la fosforescencia durante las noches, fetidez o turbidez significativas.</p> <p>Cambios significativos en los fondos marinos, conductas extrañas o anormales y muerte de moluscos, crustáceos o peces.</p> <p>Embarcaciones, medios u objetos abandonados de dudosa procedencia, flotando en el fondo o en áreas aledañas al espejo de agua de bahías o playas.</p> <p>Explosiones, tranques con redes y otros medios o desecaciones parciales con objetivos de pesca ilegal, recolección o captura de especies.</p> <p>Reportes de bañistas, deportistas y pescadores sobre elementos u organismos urticantes o tóxicos en el agua.</p> <p>Deterioro, daño o depredación al patrimonio cultural subacuático.</p>
Tierra	<p>Vertimiento de hidrocarburos, sustancias tóxicas, agentes contaminantes, escombros y basura en riveras, márgenes o taludes de la zona escarpada de bahías y playas.</p> <p>Incendios, incineración o quema de basura, productos o elementos no reciclables.</p> <p>Muerte, daño o tala de mangles u otras especies arbóreas en los humedales o en la zona costera del ecosistema.</p> <p>Movimientos de tierra, construcciones de inmuebles, caminos, muros y cercas que transformen o impacten la zona costera.</p> <p>Deterioro, daño o depredación en las áreas protegidas patrimoniales o públicas ubicadas en bahías y playas.</p>
Aire	<p>Nubes de polvo, vapores o humo de procedencia dudosa o desconocida.</p> <p>Muerte o conducta extraña de aves migratorias, insectos y de las especies voladoras comunes en estos biotopos.</p> <p>Olores, sensaciones en las vías respiratorias que pongan de manifiesto escapes de gases tóxicos e irritantes.</p> <p>Ruidos intensos de origen desconocidos, explosiones y manifestaciones meteorológicas locales severas.</p> <p>Cualquier otro elemento o contingencia que la población considere que dañe o ponga en peligro el medioambiente de los ecosistemas.</p>

### 3.3. *Los Sistemas de Alertas Tempranas (SAT) en aplicaciones móviles*

Con la expansión mundial de los teléfonos celulares y las redes, esta tecnología es cada vez más utilizada para comunicar las alertas y coordinar las actividades de preparación, especialmente las alertas SMS para la difu-

sión de mensajes masivos. En las tiendas de aplicaciones Google Play para dispositivos con plataforma Android, así como la tienda AppStore para dispositivos con plataforma iOS, existen un sinnúmero de aplicaciones gratuitas que implementan sistemas de alertas tempranas para diferentes tipos de alertas, entre ellos se pueden mencionar los siguientes:

*Earthquake Alert:* La aplicación es capaz de notificar sobre sismos en todo el mundo, gracias a que reúne la red de datos de entidades de sismología y puedes compartir la información en redes sociales. Además, puedes configurar las notificaciones dependiendo la ubicación y la magnitud.

*Sismo Detector:* Es una aplicación que informa sobre los movimientos telúricos y puede dar avisos segundos antes de que se los perciba. Según la descripción de la aplicación, “el proyecto de investigación Sismo Detector está destinado a desarrollar un sistema de advertencia temprana de colaboración abierta, basado en teléfonos inteligentes, para detectar sismos en tiempo real y generar alertas para la población” ([www.ecuavisa.com](http://www.ecuavisa.com)).

*MyShake:* Esta nueva aplicación que convierte un teléfono inteligente en un sismómetro móvil está siendo probada por científicos de California. La aplicación se basa en un sofisticado algoritmo para analizar las diferentes vibraciones que son detectadas por el acelerómetro instalado en el teléfono. Este algoritmo ha sido “entrenado” para distinguir entre los movimientos humanos de todos los días y los específicos de un terremoto. La aplicación logra captar un sismo de magnitud 5 a una distancia de 10 km del epicentro. En las simulaciones, la aplicación detectó un terremoto en el 93% de los casos ([www.bbc.com](http://www.bbc.com)).

*SkyAlert:* Esta aplicación multiplataforma emite la señal de alarma con un margen de tiempo de 60 segundos antes de que suceda algún evento. Es una aplicación bastante completa que se complementa con un registro de números de contacto con los principales servicios de asistencia y protección civil para poder comunicarte con ellos en caso de emergencia ([blogthinkbig.com](http://blogthinkbig.com)).

Todas estas aplicaciones independientemente que muestran y realizan las alertas de forma satisfactoria, tienen la limitante de que necesitan de un acceso continuo al Internet o uso satelital para acceder a la información. En los países desarrollados esto no es un problema, pero en el caso de Cuba no existe la infraestructura creada todavía para acceder desde los móviles a la Red de Redes, por lo que estas aplicaciones no funcionan correctamente en nuestro país. Atendiendo a este problema es de vital importancia contar con una aplicación móvil para obtener las alertas en la nación cubana, utilizando las tecnologías disponibles.

### 3.3.1. Aplicaciones Móviles en Cuba

Actualmente el país se encuentra en una etapa de aprendizaje y alfabetización tecnológica que está demandando el desarrollo de aplicaciones necesariamente ajustables a la realidad del contexto cubano, caracterizado por un elevado nivel de desconexión y la centralización de los servicios vinculados con la telefonía móvil en una sola empresa. Las aplicaciones móviles de alertas tempranas en el mundo, a diferencia de Cuba, se comportan la mayoría de ellas con el uso del internet o uso satelital, lo cual no contamos en nuestro país. A continuación, se relacionan las aplicaciones más utilizadas en la isla según este estudio:

- Zappya: Permite compartir información a través de las conexiones Wi-Fi mediante la creación de “grupos” en el que dos o más teléfonos pueden conectarse, lo que les permite seleccionar y compartir archivos entre sus teléfonos con una interfaz fácil de usar.
- Running apps: Utiliza el GPS del teléfono, que funciona sin Internet en el móvil, para realizar un seguimiento de dónde y cuántas millas una persona recorre.

- IMO: Facilita el chat de vídeo en entornos de baja conectividad, en sustitución de Skype, que está bloqueado en Cuba.
- Dietista Persona: Permite a un nutricionista virtual ofrece consejos y las mejores prácticas para una dieta saludable.
- JChat: funciona como un chat en línea que usa la conectividad a través de Wi-Fi.
- Cargador solar: Permite cargar los móviles a través de la energía solar.

En nuestro país hay un sinnúmero de aplicaciones q le facilitan el funcionamiento de las aplicaciones móviles sin la necesidad de estar conectado a internet muchas de ellas se han hecho famosas en Cuba por su practico uso como son:

- TransiCuba: Esta aplicación les sirve a los peatones q van a ser el examen de licencia de conducción estudiar y aprender el código vial, distintos tipos de exámenes y los diferentes tipos de señales
- GuíaTelefónica: Como su nombre lo indica es una de las aplicaciones móviles q sirve para llamar, buscar contactos, etc.
- Merkat: Merkat es una aplicación para móviles que facilita la compra y venta de bienes y servicios en Cuba.
- Rápido Etecsa: Te permite saber de quién es el numero q te está llamando, te recuerda el día de Cumpleaños de tus contactos, llamadas rápidas con \*99, o a información, además consta de un marcado rápido para informaciones pagas, sobre noticias y otras facilidades.
- Conoce Cuba: Esta aplicación móvil ha sido una de las más usadas por los cubanos y ha desarrollado la cooperación de muchos programadores en todo el

país, está destinada a promocionar mediante la ubicación exacta de los negocios particulares y estatales.

Cierta es la frase de que el cubano se crece ante las dificultades, pues ha sabido lidiar con las limitaciones de conectividad en el país. Y mientras se espera la posibilidad real de navegación en Internet y no se cuenta con Google Maps o Skype, tenemos la aplicación Andariego, y hasta otras de gran demanda como QvaCall, \*99, TransiCuba, por sólo citar pocos ejemplos.

A estas aplicaciones se pueden acceder por el famoso denominado en Cuba “paquete”, el cual no es más que una colección de contenido audiovisual que le permite a la población cubana y especialmente santiaguera, acceder a diversos contenidos interesantes que permiten variedad en la ya sobresaturada televisión cubana, aunque para cubrir un poco el vacío también han sido creadas páginas como entumóvil.cu y cubava.cu, donde los usuarios pueden descargar estas aplicaciones.

Todas estas aplicaciones se caracterizan por estar dirigidas principalmente a los sectores cuentapropistas donde diferentes desarrolladores independientes han incursionado en la implementación de aplicaciones que resuelvan diferentes limitantes que hoy existen en cuanto al uso y acceso de la información. Sin embargo, se ratifica que no existe ninguna aplicación que permita la recepción de alertas para eventos extremos.

### ***3.4. Contribución de las aplicaciones móviles dentro de la gestión de riesgos***

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) contribuyó a desarrollar una aplicación móvil que permitió

reducir los riesgos y daños durante una inundación reciente en la ex República Yugoslava de Macedonia. La eficacia de la aplicación se corroboró por primera vez durante las inundaciones de febrero de 2013 que afectaron más de 400 hogares. El diseño de la aplicación corrió a cargo de estudiantes universitarios locales y contó con el apoyo del Fondo de Financiación Innovadora del PNUD.

La aplicación móvil, lanzada recientemente por el Gobierno y diseñada con la colaboración del PNUD, permitió que, por primera vez, los servicios de emergencia pudieran mantener a la gente informada a tiempo real y de forma muy sencilla durante la catástrofe, cosa que contribuyó a reducir su impacto.

El objetivo de la aplicación es transmitir información actualizada y divulgar alertas tempranas de forma inmediata en caso necesario. Esta práctica puede contribuir a reducir muertes y daños tras una catástrofe, especialmente cuando la información es urgente. La aplicación permite que los usuarios accedan a un mapa para identificar los refugios o servicios médicos más cercanos a sus casas, averigüen qué puentes han quedado inhabilitados o comprueben si su área es vulnerable a la inundación o se trata de un lugar seguro.

Diseñada conjuntamente por estudiantes y personal docente de la Facultad de Ingeniería Informática de la Universidad de Skopje, se trata de una aplicación muy intuitiva dedicada a la sensibilización, prevención y preparación ante catástrofes naturales. El desarrollo de la aplicación contó con el apoyo del Fondo de Financiación Innovadora del PNUD ([www.educ.ar](http://www.educ.ar)).

## 4. Resultados

### 4.1. Selección de las herramientas y variables para el diseño de la aplicación

En el mundo existen distintos tipos de lenguajes de programación como el C++, Java, etc., los cuales constan de diferentes aplicaciones de alertas tempranas como son: las Plataformas o Sistemas Operativos para Móviles.

Para el desarrollo de la aplicación se realizó un análisis de todas las tecnologías existentes prestándole especial atención a aquellas que son libres. Desde el punto de vista, de número de aplicaciones, los dos sistemas operativos o plataformas móviles líderes en el mercado tanto por ingresos como por número de aplicaciones son el sistema iOS de Apple y Android de Google. Esto no quiere decir que existan otros sistemas operativos como Bada de Samsung, Symbian de Nokia, Windows Phone de Windows, entre otras que se analizaron también.

Según Gartner Inc., empresa consultora y de investigación de las tecnologías de la información, al realizar un estudio acerca de cuáles son las plataformas con mayor mercado en un tiempo que abarca el segundo trimestre (abril a junio) de 2016, un lapso en el que Android llegó al 86.2 % de participación de mercado, un aumento del 4 % en comparación con el mismo periodo del año pasado.

Robert Cozza, director de investigación en Gartner dijo que: "Google está evolucionando rápidamente a Android como plataforma, lo que permite a los fabricantes de Android a mantenerse en el filo de la última tecnología para *smartphones*", dice en el comunicado



Robert Cozza, director de investigación en Gartner. “Enfrentándose a un mercado asentado, Google se enfoca en expandir y diversificar la plataforma Android con nuevas funciones como realidad virtual, nuevas experiencias de inteligencia y alcance en *wearables*, dispositivos del hogar inteligente y entretenimiento en autos y televisión”, (CNET, 2016).

Después del análisis realizado acerca de los distintos sistemas operativos, se decide realizar la aplicación sobre la plataforma Android por su versatilidad a la hora de poder diseñar una aplicación y que esta pueda funcionar en diversos dispositivos móviles de diversas marcas, además de que en Cuba es mayor la cantidad de dispositivos que utilizan esta plataforma, también se seleccionó por la transparencia a la hora de programarla, ya que se trata de código abierto, con infinidad de ejemplos, tutoriales y recursos disponibles.

## 4.2. Entorno de desarrollo de SATEmóvil, lenguaje y metodología

Son diversas las herramientas que existen para el desarrollo de diferentes tipos de aplicaciones, tanto de móvil, de escritorio o para la web. Cada una de ellas cuanta con sus características propias que le permiten al usuario que las utilice apropiarse de sus potencialidades y lograr un resultado esperado. Una de las que más se destaca en el desarrollo para aplicaciones móviles en la plataforma Android es el Android Studio.

Android Studio es un Entorno de Desarrollo Integrado (IDE) que fue anunciado en el año 2013 en la conferencia de Google I/O. Se creó para reemplazar a Eclipse otra herramienta que se usaba para la creación de aplicaciones de este tipo y que todavía hoy en día es

utilizada por muchos programadores. De esta manera, Google consigue su propio IDE para el desarrollo de aplicaciones en su plataforma móvil.

Hasta la fecha, la última versión disponible de dicho entorno es la 2.3, la cual a su vez presenta compatibilidad con todas las versiones de Android hasta ahora. Cada nueva versión, ofrece nuevas funciones que pueden ser implementadas, así de esta forma, una actualización reciente, evita procesos o rutinas obsoletas y fallos en el sistema operativo. Las versiones de Android desde los inicios son:

- Android 1.0 Nivel de API 1 (Septiembre, 2008)
- Android 1.1 Nivel de API 2 (Febrero, 2009)
- Android 1.5 Nivel de API 3 (Abril, 2009) “Cupcake”
- Android 1.6 Nivel de API 4 (Septiembre, 2009) “Donut”
- Android 2.0 Nivel de API 5 (Octubre, 2009) “Éclair”
- Android 2.1 Nivel de API 7 (Enero, 2010) “Éclair”
- Android 2.2 Nivel de API 8 (Mayo, 2010) “Froyo”
- Android 2.3 Nivel de API 9 (Diciembre, 2010) “Gingerbread”
- Android 3.0 Nivel de API 11 (Febrero, 2011) “HoneyComb”
- Android 3.1 Nivel de API 12 (Mayo, 2011) “HoneyComb”
- Android 3.2 Nivel de API 13 (Julio, 2011) “HoneyComb”
- Android 4.0 Nivel de API 14 (Octubre, 2011) “Ice Cream Sandwich”
- Android 4.0.3 Nivel de API 15 (Diciembre, 2011) “Ice Cream Sandwich”
- Android 4.1 Nivel de API 16 (Julio, 2012) “Jelly Bean”

- Android 4.2 Nivel de API 17 (Noviembre, 2012) “Jelly Bean”
- Android 4.3 Nivel de API 18 (Julio, 2013) “Jelly Bean”
- Android 4.4 Nivel de API 19 (Octubre, 2013) “KitKat”
- Android 5.0 Nivel de API 21 (Noviembre, 2014) “Lollipop”
- Android 5.1 Nivel de API 22 (2015) “Lollipop”
- Android 6.0 Nivel de API 23 (2016) “Marshmallow”
- Android 7.0 Nivel de API 24 (2016) “Nougat”
- Android 7.1 Nivel de API 23 (2017) “Nougat”

Algo importante a tener en cuenta para el desarrollo de la aplicación es el rango de versiones en la que se pueda diseñar para que sea utilizable en un gran número de dispositivos y que esté lo suficientemente actualizada para ofrecer un diseño novedoso

y un funcionamiento correcto. Por lo que la versión mínima con la que se trabajó fue la 2.3 hasta la versión más actual que nos encontramos en el IDE.

Como lenguaje de programación utilizado se usa el Java el cual ya viene integrado en el IDE que se eligió y es un lenguaje muy potente para este tipo de programas. Además, se opta por utilizar una metodología ágil de desarrollo de aplicaciones, en este caso XP (Extreme Programming) o Programación Extrema, ya que se centra exclusivamente en el desarrollo y solo genera la documentación necesaria.

### 4.3 Concepción del sistema SATEmóvil

El sistema SATEmóvil está compuesto por varios elementos que aseguran un correcto funcionamiento del mismo, los diferentes elementos y los detalles de la interacción de estos se muestran en la Figura 2.



**Figura 2.** Concepción del Sistema SATEmóvil.

Entre los elementos del sistema se encuentra una computadora donde se encontrará el sistema informático que procesa la información y la envía de manera manual o automática. Para el envío de la información se utiliza la red móvil GSM, pero utilizando además la General Packet Radio Service (GPRS) o servicio general de paquetes vía radio la cual es una extensión de este sistema y permite la transmisión de datos no conmutados (o por paquetes).

Una conexión GPRS está establecida por la referencia a su nombre del punto de acceso APN. Con GPRS se pueden utilizar servicios como wap, Servicio de Mensajes Cortos (SMS), Servicio de Mensajes Multimedia (MMS), y para los servicios de comunicación, como el correo electrónico y la www. Para fijar una conexión de GPRS para un módem inalámbrico, un usuario debe especificar un APN, opcionalmente un nombre y contraseña de usuario, y muy raramente una dirección IP, todo proporcionado por el operador de red.

La transferencia de datos de GPRS se cobra por volumen de información transmitida (en kilo o megabytes), mientras que la comunicación de datos a través de conmutación de circuitos tradicionales se factura por minuto de tiempo de conexión, independientemente de si el usuario utiliza toda la capacidad del canal o está en un estado de inactividad. Por este motivo, se considera más adecuada la conexión conmutada para servicios como la voz que requieren un ancho de banda constante durante la transmisión, mientras que los servicios de paquetes como GPRS se orientan al tráfico de datos.

La tecnología GPRS como bien lo indica su nombre es un servicio (Service) orientado a radio enlaces (Radio) que da mejor rendimiento a la conmutación de paquetes (Packet) en dichos radio enlaces. La tecnología GPRS mejora y actualiza a GSM

con los servicios siguientes:

1. Servicio de Mensajes Multimedia (MMS)
2. Mensajería instantánea
3. Aplicaciones en red para dispositivos a través del protocolo
4. Servicio de Mensajes Cortos (SMS)
5. Posibilidad de utilizar el dispositivo como la tecnología GPRS se puede utilizar para servicios como el acceso mediante el Protocolo de Aplicaciones Inalámbrico, el servicio de mensajes cortos y multimedia, acceso a Internet y correo electrónico.<sup>7</sup>

En Cuba también se usa esta tecnología para el servicio de mensajería multimedia MMS y el servicio @nauta. Este es un nuevo servicio que lleva ya varios años de uso, cada uno con una configuración definida por el proveedor la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A. (ETECSA). Según la tarifa de precios para los servicios el costo del uso del GPRS es 1.00 CUC x 1 MB de datos transferidos aun a un precio caro, pero la recepción es gratuita.

Existe una característica en común entre estos servicios como aparte de utilizar GPRS y es que para ser implementados el dispositivo móvil debe contar con conexión de datos que es una propiedad con la que cuentan la mayoría de los dispositivos actuales, pero como la tecnología en Cuba está en proceso de cambios es de esperar que algunos dispositivos no puedan instalar estos tipos de servicios. En un futuro se prevé que la implementación del 3G en nuestro país permita que el servicio sea más rápido e impulse a la población a migrar sus dispositivos a esta tecnología.

<sup>7</sup> Blog de Proyectos Especiales. One Solution Position. Consultado en: diciembre 2016, disponible en: <http://proyectosespecialesosp.blogspot.com/2012/02/gprs-o-servicio-general-depaquetes-de.html>

#### 4.3.1. El concepto de SATEMóvil

El Sistema de Alerta Temprana en Telefonía Móvil SATEMóvil es una herramienta que contribuye a una adecuada gestión integrada del riesgo, que favorece la identificación, dinámica y el seguimiento de diferentes amenazas, que permite monitorear los pronósticos sobre probabilidades y magnitudes de los impactos, disminuir las incertidumbres en la población acerca de las amenazas identificadas y promover una menor vulnerabilidad social, al potenciar la preparación de la población para su enfrentamiento.

En el sistema SATEmóvil se definen 3 tipos de maneras de acceder a la información de las alertas, ellas son:

**1. SMS (Short Message Service):** Es un servicio disponible en los teléfonos móviles que permite el envío de mensajes cortos (también conocidos como mensajes de texto, o más coloquialmente, textos) entre teléfonos móviles, teléfonos fijos y otros dispositivos de mano. SMS fue diseñado originariamente como parte del estándar de telefonía móvil digital GSM, pero en la actualidad está disponible en una amplia variedad de redes, incluyendo las redes 3G. Un mensaje SMS es una cadena alfanumérica de hasta 140 caracteres o de 160 caracteres de 7 bits, y cuyo encapsulado incluye una serie de parámetros. En principio, se emplean para enviar y recibir mensajes de texto normal, pero existen extensiones del protocolo básico que permiten incluir otros tipos de contenido, dar formato a los mensajes o encadenar varios mensajes de texto para permitir mayor longitud (formatos de SMS con imagen de Nokia, tonos IMY de Ericsson, estándar EMS para dar

formato al texto e incluir imágenes y sonidos de pequeño tamaño)<sup>8</sup>.

**2. MMS (Multimedia Messaging System):**

El sistema de mensajería multimedia es un estándar de mensajería que le permite a los teléfonos móviles enviar y recibir contenidos multimedia, incorporando sonido, video, fotos o cualquier otro contenido disponible en el futuro. El límite de cada mensaje multimedia suele ser de 100 o 300 Kilobits. En las redes GSM, normalmente se emplea GPRS para su transporte en la interfaz radio, y se advierte al terminal de usuario de los mensajes entrantes mediante un SMS especial con un enlace a una dirección de Internet donde se encuentra el mensaje, denominado mensaje WAP Push. Muchos terminales clasifican automáticamente este SMS entrante como un mensaje multimedia, y descargan el contenido de forma automática y transparente para el usuario. Además, para la correcta gestión de los mensajes se hace necesario adjuntar a la arquitectura de red GSM un nuevo centro de mensajes: es el MMSC o centro de gestión de mensajes multimedia (Multimedia Message Service Center, análogo al SMSC de los mensajes de texto SMS, (*Coulombe and Guido, 2004*).

**3. Nauta:** Forma parte de una estrategia que busca la convergencia en el acceso a los servicios que ofrece la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba ETECSA con posibilidad de consultar el buzón de correo electrónico desde los celulares.

Dentro de las condiciones previstas para el uso de SATEmóvil se encuentran:

<sup>8</sup> Wikipedia online, 2016. [http://es.wikipedia.org/wiki/Servicio\\_de\\_mensajes\\_cortos](http://es.wikipedia.org/wiki/Servicio_de_mensajes_cortos)

- a) Tener acceso a servicios de transmisión de datos.
- b) Tener habilitado en la red móvil el servicio de acceso al correo NAUTA (Esta activación se solicita en las unidades comerciales de ETECSA destinadas a tales efectos).
- c) Contener una aplicación de correo electrónico que soporte los protocolos de comunicación para correo electrónico SMTP, IMAP4 y/o POP3.
- d) Tener configurado el correo nauta, en los parámetros necesarios para el correcto funcionamiento de la aplicación de correo electrónico (cuando se utiliza como módem no es necesario).
- e) Tener configurada la PC (en caso de utilizar el teléfono móvil como módem).
- f) En el teléfono se deben configurar los parámetros necesarios para el correcto funcionamiento de la aplicación del correo electrónico. Esta configuración del terminal se hace manualmente y constituye un requisito indispensable para el uso del servicio. Esta acción también consume saldo de la línea, puesto que supone intercambio de información (ECURED, 2016).

Los usuarios pueden recibir la información por cualquiera de estas variantes siempre



**Figura 3.** Pantalla de Carga

a manera de elección y que se adecue a sus necesidades. Pero cabe destacar el uso del SMS en la actualidad debido a que hasta la fecha es el que menos fallos genera en nuestro país, además de que la recepción es gratuita sin coste alguno a diferencia del MMS y el Correo Nauta que genera gastos en el saldo del usuario al acceder al GPRS.

#### **4.4. Diseño y Funcionalidades de SATEMóvil e información a procesar**

A la hora de diseñar la aplicación móvil se optó por un diseño minimalista con uso de iconos representativos e información necesaria que le permita al usuario con simples toques en la pantalla de su dispositivo moverse por las diferentes secciones con que cuenta la aplicación.

Para ello en el primer momento que el usuario accede a la aplicación móvil SATEMóvil la aplicación mostrara una pantalla de carga con el logo de la aplicación donde de manera rápida ira inicializándose para su uso (Ver Figura 3). Luego se pedirá que le demos los permisos pertinentes para que la aplicación pueda acceder a los diferentes recursos del dispositivo móvil que necesita para su funcionamiento (ver Figura 4).



**Figura 4.** Permisos Necesarios



Posteriormente se nos muestra una breve introducción donde se presentan las funcionalidades con las que contará la aplicación, entre las que se encuentran recibir diferentes tipos de alertas (Ver Figura 5A). Se nos informará como se muestra en la Figura 5B que la aplicación accederá a los diferentes recursos disponibles en los dispositivos móviles para obtener o enviar la información, en este caso los SMS, MMS o Correo Electrónico. Así como también conocer en un mapa la ubicación del evento extremo que genere la alerta (ver Figura 5C).

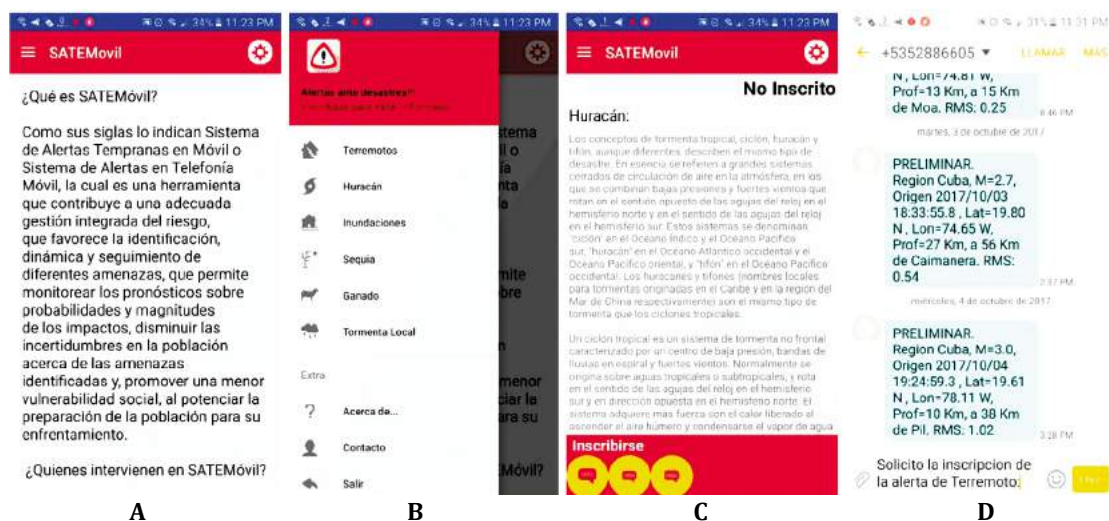
Al presionar el botón Iniciar, se nos muestra una información que nos informa el concepto de SATEMóvil, así como las instituciones que contribuyen con la misma (ver Figura 6A). Como vimos anteriormente son varias las instituciones que intervienen en los SAT en Cuba, así como en el MIZC y las GDR. Pero para obtener la información necesaria para su procesamiento se tomaron en cuenta el INSMET como entidad fundamental en la generación de las alertas de tipo hidrometeorológicos y el CENAIIS en las alertas

sísmicas, ambas enviarán su información y la aplicación las analizará y mostrará los resultados.

Para ello se cuenta con un menú donde se muestran los diferentes tipos de alertas que se pueden recibir, en este caso 6 alertas (ver Figura 6B). Al seleccionar alguna alerta se le muestra al usuario una breve descripción del tipo de alerta que seleccionó y se le permite elegir si se quiere inscribir para comenzar a recibir las alertas que se envíen (Figura 6C). Solamente el usuario puede incurrir en dependencia de la decisión que se tome al usar la aplicación, en un único gasto por el tipo de inscripción utilizando la vía que desee y la que sea la más económica para él, pero la información que se recibe en el caso del tipo SMS es gratuita, en cambio por MMS o Nauta, incurre en el gasto por el acceso a los datos en su dispositivo móvil como ya comentamos anteriormente. Una vez el usuario se suscribe al tipo de alerta como se muestra en Figura 6D ya puede comenzar a recibir las alertas del tipo a la que se inscribió.



Figura 5: A: Tipos de Inscripción; B: Recepción de Alertas, C: Ubicación Geográfica.



**Figura 6:** A: Concepto de SATEMóvil; B: Menú de Alertas; C: Descripción de Alerta (Huracán); D: Inscripción de Alerta (Terremoto).

Las informaciones que actualmente más se han recibido en SATEMóvil para las pruebas que se han realizado han sido por vía SMS para las diferentes alertas, es por ello por lo que es de vital importancia definir un formato a implementar para que la aplicación sea capaz de procesar esa información y a su vez generar diferentes resultados tanto gráficos como geográficos. A continuación, veremos para cada alerta la información que se obtiene, como se procesa y se muestra dentro de la aplicación.

#### 4.4.1. Alertas en SATEMóvil para Sismos

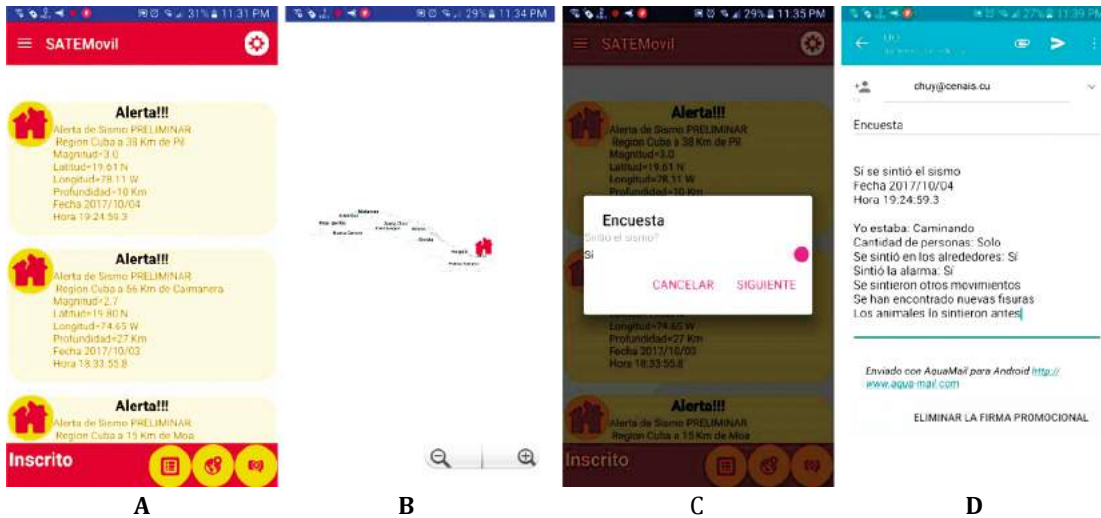
Para el caso de los Sismos, actualmente se recibe un mensaje cada vez que se genera un sismo, se envía a una lista de usuarios que se encuentra definida en el CENAI, principalmente para los investigadores de mayor jerarquía del centro y algunos decisores dentro del gobierno provincial y municipal. El mensaje que se envía llega en un formato reducido en siglas, por lo que aplicación es capaz de procesarla y mostrarla en un formato más comprensible (ver Figura 7A) luego con esta información

el usuario puede mostrar geográficamente la ubicación del sismo que se generó como se muestra en la Figura 7B.

En el momento que se recibe una alerta, los investigadores de dicho centro necesitan realizar una encuesta (Anexo 12) que le permita realizar estudios sobre el nivel de perceptibilidad de los sismos en la población. Anteriormente los encargados de procesar la encuesta debían dirigirse a cada localidad y obtener la información directamente en cada vivienda visitada. La aplicación SATEMóvil, con solo presionar un botón permite realizarla de manera fácil y enviarla por correo electrónico sin necesidad de consumir recursos humanos y materiales por parte de la entidad (Figura 7C y 7D).

#### 4.4.2. Alertas en SATEMóvil para Huracanes

Para las alertas por huracán, se le propone al INSMET utilizar un formato específico a enviar para los mensajes, que le permita enviar un solo mensaje y no varios en uno



**Figura 7:** A: Alertas de Terremoto; B: Ubicación Geográfica de Terremoto, C: Encuesta de Perceptibilidad; D: Enviar Correo de Encuesta.

solo, evitando de esta forma la sobresaturación del canal de comunicación y que la información llegue lo más rápido posible al destinatario. Para ello el formato propuesto es: *Huracan. Nom: Irma, Cat: 5, Lat:18.23N, Lon:75.05 W, Vmax: 650 km/h, Pat: 1004 hPa, Fecha: 27/09/2017, Hora: 05:00.*

De aquí la aplicación obtiene la categoría, siendo capaz, además, de en caso de que no se envíe la categoría, poder conocerla por la velocidad de los vientos, así como también si es un huracán o una tormenta tropical. La información es analizada por SATEMóvil y se muestra como en la Figura 8A para luego poder ser graficada en el mapa (Figura 8B).

Independientemente que la principal función de la aplicación es trabajar con las alertas del INSMET, esto no quiere decir que solo se limite a ella, sino que la aplicación también se encuentra preparada para trabajar con las alertas de huracanas por el servicio 8888, donde el formato enviado por los encargados de estas alertas es modificado constantemente y pueden enviar dos

alertas de huracanes en un solo mensaje, la aplicación de igual manera puede leerla y representarla, como se muestra en las Figuras 8C y 8D.

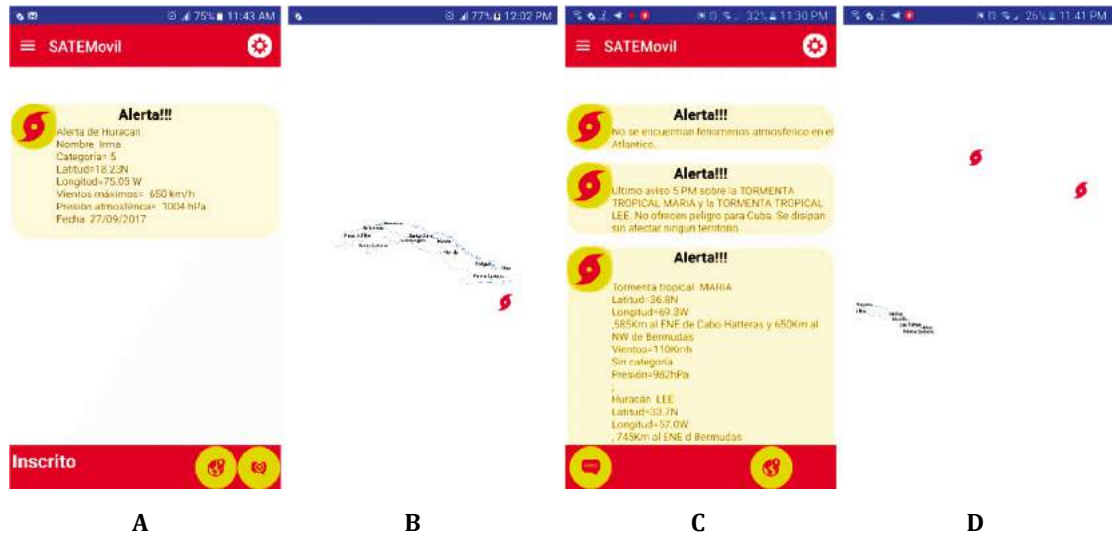
#### 4.4.3. Alertas en SATEMóvil para Sequías

En la sequía, el INSMET de la provincia de Santiago de Cuba elabora un Boletín de la Vigilancia del Clima donde se presenta de manera mensual, específicamente al finalizar cada mes, el comportamiento del clima en la región. Para ello se analizan diferentes variables extraídas de las estaciones meteorológicas que se encuentran ubicadas en La Gran Piedra, Contramaestre y una que se localiza en la Universidad de la provincia. Estas variables son: las condiciones oceánicas y atmosféricas, el comportamiento de las principales variables meteorológicas del mes que finaliza donde se analizan la temperatura media, temperatura mínima media, temperatura máxima media, humedad relativa, precipitaciones, sensación térmica entre otros. El formato propuesto a enviar por sería: *Sequia.CM: -10,-1.6;GM:-20,1.7;JAM:-10,-1.7;PS:-15,-*

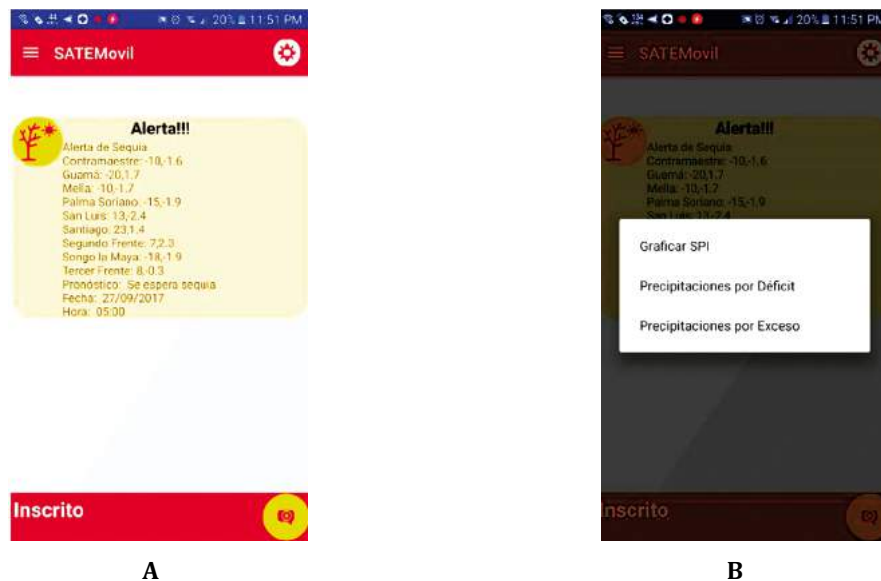
1.9;SL:13,4;STGO:23,1.4;SF:7,2.3;SLM:-18,-1.9;TF:8,-0.3;PRO: SE espera sequia; Fecha: 27/09/2017; Hora: 05:00.

En este mensaje que se procesa (ver Figura 9A), el primer valor que se muestra se define para cada provincia como un valor como el Índice de Precipitación Estandarizado (ISP), para mostrar el comportamiento de

la sequía en cada región de la provincia. Además, se recibirá la cantidad de lluvias efectuadas por milímetros cúbicos para cada municipio. Al usuario presionar encima del mensaje recibido SATEMóvil da la posibilidad de graficar esta información para un mayor entendimiento de la misma de dos maneras diferentes (ver Figura 9B).



**Figura 8:** A: Alerta de Huracán (INSMET); B: Ubicación Geográfica de Huracán (INSMET), C: Alertas de Huracán (servicio 8888); D: Ubicación Geográfica de 2 Huracanes, María y Lee (Servicio 8888).



**Figura 9:** A: Alerta de Sequía; B: Gráficas disponibles para representar la Sequía.

Se utiliza una gráfica de pastel para el ISP calculando en por cientos generales de la región provincial (ver Figura 10), la cual puede ser Extrema, Severa, Moderada o Débil en dependencia de sus valores y gráficas de barras para las precipitaciones por cada municipio de la provincia que puede ser con Déficit o Exceso (ver Figura 10B y Figura 10C). Es posible además guardar como imagen dichas gráficas dentro del dispositivo móvil por si es necesario utilizarlas posteriormente por parte del usuario.

4.4.4. Alertas en SATEMóvil para Amenaza o Confort para el Ganado

Para este tipo de alerta el INSMET genera un Boletín Agrometeorológico que se confecciona de manera decenal, o sea cada 10 días para cada mes en curso, dirigido a los principales productores de la provincia. Aquí se muestran diferentes informaciones como son: las fases de la luna en el cultivo de hortalizas y la influencia que tiene en los animales, la vigilancia de la sequía agrícola, condiciones de vegetación, comportamiento de los incendios forestales, comportamiento de las plagas y enfermedades en los cultivos, entre otros. Se le realiza especial atención

al Confort del Ganado, que se define como a una zona con un rango de temperatura, dentro de la cual el animal puede estar sin que sea necesario activar sus mecanismos de autorregulación térmica.

Es entonces cuando el especialista del centro calcula el Índice de Temperatura Humedad el cual se emplea para conocer el grado de estrés calórico presente en el ganado. Esta información es necesario enviársela a los productores, así como algunos consejos de lo que debe hacer en caso de que exista o no el estrés. Por esto se propone el formato del mensaje: *Amenaza para el ganado. Descena: 1, DS: GL: NE, GC: EL, GP: EM, ES: GL: NE, GC: EL, GP: EM, Mes: Septiembre, Hora: 05:00 PM.*

Con esta información el productor o usuario dentro de SATEMóvil la recibe mejor procesada (ver Figura 11A) y se le informa las recomendaciones que debe tener en cuenta para lograr una mayor producción ganadera (Figura 11B).

4.4.5. Alertas en SATEMóvil para Inundaciones y Tormentas Locales

Para las inundaciones el INSMET accede a diversos recursos como son tablas (Anexo

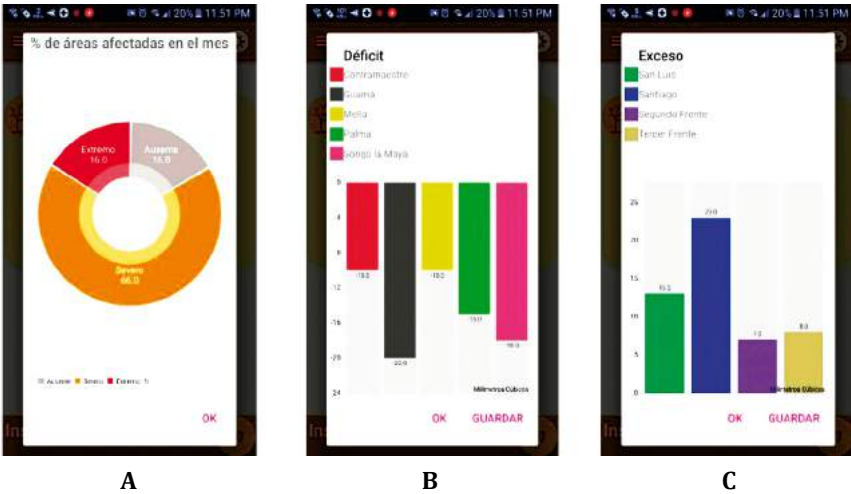
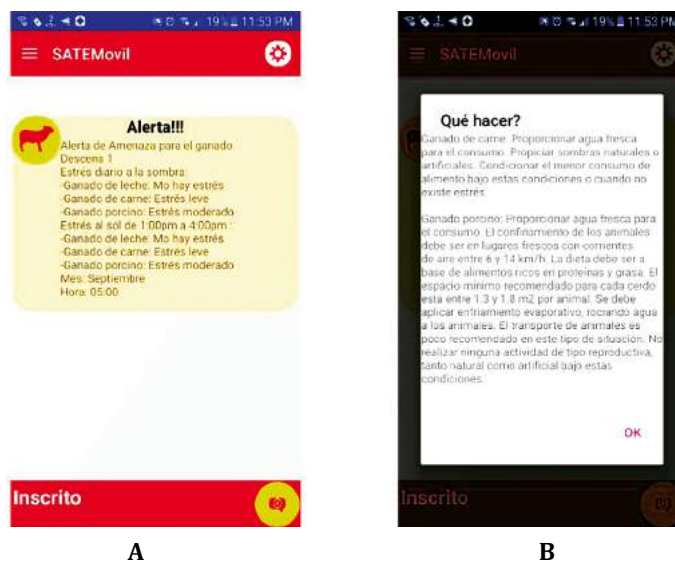


Figura 10. A: Gráfica de Pastel para el Índice de Precipitaciones Estándar; B: Gráfica de Barra Precipitaciones por Déficit por provincias; B: Gráfica de Barra Precipitaciones por Exceso por provincias.





**Figura 11:** A: Alerta de Amenaza o Confort para el Ganado; B: Consejos para el Ganado.

13), radares, entre otros y ya identifica las inundaciones más extensas y significativas por intensas lluvias ubicadas mayormente en los municipios con superficies de amplias llanuras, de poca inclinación del terreno y suelos poco permeables, entre ellos, los más afectados y con áreas más extensas son Mella, Contramaestre y Palma en particular en las cuencas hidrográficas de los ríos Contramaestre, Guaninicún, Cauto y La Plata entre otras. Además, en la provincia Santiago de Cuba en la parte sur, se destaca la ciudad de Santiago de Cuba que ocupa parte de las cuencas San Juan, Yarayó y Yarto que también es susceptible a inundarse.

Las inundaciones en los municipios costeros de Santiago de Cuba y Guamá son de menor extensión, se producen fundamentalmente en las zonas bajas y conos de deyección de los principales ríos. En esta zona, los ríos presentan cursos cortos y cuencas pequeñas, la inclinación de sus pendientes en gran medida aceleran el escurrimiento que producen finalmente la gran acumulación de aguas en las zonas bajas y como consecuencia el arrastre de grandes cantidades de suelos

y materiales de diverso origen. Entonces el tipo de mensaje a enviar que se propone es el siguiente: *Inundacion. Lugar:Guama, Lat:19.97N, Lon:76.40 W, Fecha: 27/09/2017, Hora: 05:00*. Esto es procesado (ver Figura 12A) y permitirá ver la ubicación del evento en el mapa de la aplicación (Figura 12B).

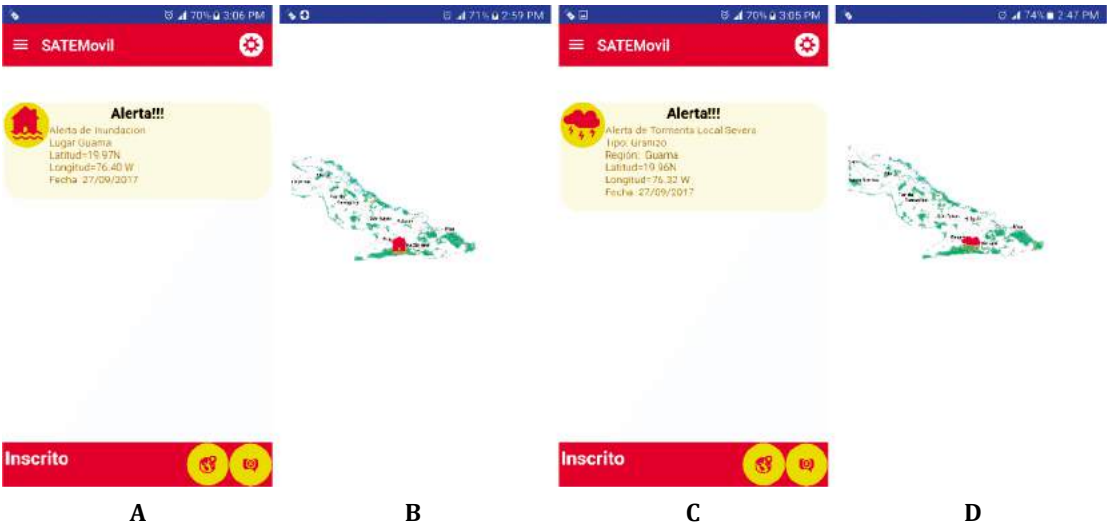
Las Tormentas Locales Severas ocurren en cualquier época del año, aunque puede identificarse los meses de marzo a septiembre como los de más frecuencia, siendo mayo el mes de mayor probabilidad de ocurrencia. Casi todas estas tormentas se forman en horas de la tarde una o dos horas después de registrarse la máxima temperatura del día.

Se caracterizan por descargas eléctricas y precipitaciones en forma de chubascos que muy frecuentemente son de carácter intenso. La vida de una nube tormentosa es corta, alrededor de una o dos horas. En este tema el mensaje propuesto es: *TLS. Tipo: Granizo, Reg: Guama, Lat:19.96N, Lon:76.32W, Fecha:27/09/2017, Hora:05:00*, de igual manera como pasa con las inundaciones se maneja la información por parte

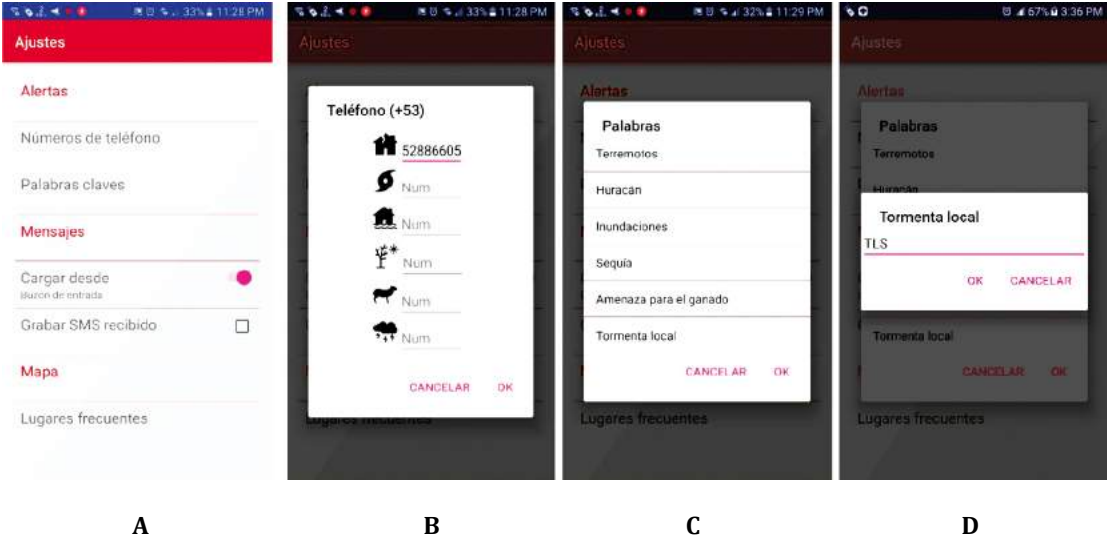
de SATEMóvil (ver Figura 12C) y se puede ubicar en el mapa también (Figura 12D).

La aplicación también presenta algunas configuraciones (ver Figura 13A), donde el usuario modificará el número del cual recibirá las alertas, que en este caso sería Instituto de Meteorología o, el INSMET en caso de que sea necesario cambiarlo (ver

Figura 13B). En caso de que no conozca los números se podrá filtrar por palabras claves, esto le permitirá a la aplicación de manera inteligente reconocer el mensaje y usarlo para identificar qué tipo de alerta fue la que se recibió de manera que la aplicación de forma automática pueda ubicarla en su categoría correspondiente (ver Figuras 13C y 13D).



**Figura 12:** A: Alerta de Inundación; B: Ubicación Geográfica de Inundación; C: Alerta de Tormenta Local Severa; D: Ubicación de Tormenta Local Severa.



**Figura 13:** A: Ajustes de SATEMóvil; B: Configuración de Número de Teléfonos; C: Palabras Claves para Filtrar; D: Modificación de Palabra Clave.

La aplicación también cuenta con algunas funcionalidades extras que le permite ser independiente en algunas acciones. Como, por ejemplo, tiene la posibilidad de ofrecerle al usuario la ubicación de los lugares de interés que más frecuenta dentro del mapa de la aplicación (ver Figuras 14A, 14B y 14C). Esto le permite a SATEMóvil en el momento de la encuesta para la alerta de sismo, enviar la información por correo de la posición exacta donde se encontraba el individuo y paralelamente le permitirá al CENAIIS perfeccionar sus estudios de percepción sísmica.

Toda la información a la cual accede la aplicación del dispositivo es confidencial por lo que el usuario puede tener la garantía de que su información está a salvo en todo momento. El objetivo de la aplicación siempre será el de obtener mediante las diferentes vías utilizadas en Cuba, la información de las alertas tempranas y representársela al usuario de una mejor manera. En caso de tener alguna duda con respecto al funcionamiento de la aplicación podrá ver los nombres de los desarrolladores y contactarlos si así desea (ver Figura 14D). Además,

la aplicación siempre estará ejecutándose por lo que, si el usuario está realizando alguna otra acción en su dispositivo y se recibe una alerta, se le notificara al usuario que recibió una alerta y al presionarla se le dirigirá automáticamente a la aplicación, donde podrá acceder a todas las opciones antes descritas.

#### 4.5. Despliegue de la aplicación SATEMóvil en la provincia de Santiago de Cuba

El despliegue es la acción y efecto de desplegar. Este verbo refiere a desdoblar o extender lo que está plegado; a ejercitar o poner en práctica una actividad; a manifestar una cualidad; o a concretar una exhibición o demostración (Pérez y Gardey, 2014). En términos informáticos cuando se despliega una aplicación de cualquier tipo, esto quiere decir que se puso en funcionamiento.

Cuando se despliega a SATEMóvil no referimos a que estamos poniendo a disposición de los usuarios la aplicación para que la puedan utilizar y, de esta manera, se pue-



**Figura 14:** A: Adicionar Lugar Frecuente; B: Seleccionar que Lugar Frecuente; C: Lugar Frecuente Ubicado; D: Contactos de los autores (*Fuentes: elaboradas por el autor*).

de realizar una retroalimentación entre el desarrollador y los usuarios para conocer de primera mano los aspectos a mejorar o modificar.

Una de las cuestiones más importantes a la hora de poner en uso la aplicación, es delimitar la zona donde se pondrá en funcionamiento y desde donde los usuarios puedan recibir la información de las alertas en todo momento. Para ello es importante señalar que la aplicación puede ser utilizada en cualquier parte del país, aunque actualmente se encuentra en proceso de prueba en la región oriental, específicamente en la provincia de Santiago de Cuba. Para ello fue necesario reconocer las zonas donde existe la cobertura GSM o 3G en el país así como aquellas donde no exista esa cobertura (Ver Figura 15).

Como se puede apreciar en casi toda la región de Cuba se encuentra implementada la cobertura GSM o 3G, por lo que la aplicación puede ser utilizada en cualquier parte del territorio cubano. A SATEMóvil se le realizaron pruebas para las alertas ante sismos y se constató que funciona perfectamente con la información que envía el CENAIIS, ejecutando todos sus requisitos funcionales de manera correcta. Además, se hizo pruebas con el servicio 8888 para

el caso de huracanes o ciclones ya que aún el INSMET no ha implementado su sistema automatizado para el envío de la información. En este caso también la aplicación funcionó correctamente.

Para los cuatro restantes alertas se realizaron pruebas internas dentro de la aplicación, donde se realizaron emulaciones de la recepción de la información para las Inundaciones, Amenaza o Confort para el Ganado, Sequía y Tormentas Locales Severas. Se pudo apreciar que cuando el INSMET habilite la infraestructura necesaria y se cumpla con el formato propuesto para la transmisión de los mensajes de alertas, la aplicación se comportará perfectamente.

La aplicación SATEMóvil fue presentada en los Consejos Científicos del INSMET y del CENAIIS, donde los investigadores de cada centro pudieron apreciar las virtudes de la aplicación. Hoy se cuentan con diferentes avales sobre la validación de la herramienta informática. La aplicación se encuentra vigente y preparada para utilizarse, se puede acceder a la misma de manera fácil, entre copias de dispositivo a dispositivo utilizando aplicaciones para el intercambio de la información. También será entregada en cada institución competente para el uso de los investigadores y decisores.



**Figura 15.** Despliegue Cobertura GSM (2G) y UMTS (3G) en Cuba (Fuente: Domínguez, 2017)

## 5. Conclusiones

Cuba ha alcanzado un gran desarrollo en los Sistemas de Alertas Tempranas. Estos permiten vigilar y monitorear los fenómenos naturales y antrópicos que pueden constituir un peligro para la población y la economía.

El desarrollo de una aplicación móvil en Cuba permite que la recepción de las alertas tempranas para diferentes tipos de eventos extremos sea socializada con la población.

El diseño de la aplicación SATEmóvil tiene gran importancia para Cuba. Su empleo permite generar alertas sobre diferentes tipos de peligros de manera inmediata, lo cual favorece la toma de decisiones en el corto, mediano y largo plazo. El sistema se nutre de los vacíos del conocimiento científico que, para el caso cubano, hoy tiene la implementación de los Sistemas de Alertas Tempranas.

SATEmóvil se convierte en un software innovador, destacado para la sociedad cubana en el tema de informatización sobre la gestión del riesgo ante desastres. Su diseño permite la recepción de las alertas tempranas para diferentes tipos de eventos extremos, actualmente 6 de ellos. Esta aplicación tiene gran importancia para el país ya que garantizará su empleo generalizado en la población y especialmente en los decisores, los cuales pueden estar informados antes, durante, o después de ocurrir cualquier amenaza que pueda afectar a la sociedad.

La limitación del uso de SATEmóvil solamente se centra en aquellas personas que usan otro tipo de teléfono móvil con una plataforma que no sea Android, dígame iOS, Symbian u otro sistema. La identificación de esta debilidad permite que, en el transcurso del tiempo, se considere crear una nueva

versión para cada una de estas plataformas o sistemas operativos. Para garantizar esto se debe pensarse en incorporar nuevas funcionalidades que la conviertan en una aplicación primordial en todos los dispositivos móviles cubanos.

## Referencias

- BC Mundo (2016): en [http://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/02/160212\\_myshake\\_app\\_terremotos\\_sismos\\_telefono\\_movil\\_all](http://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/02/160212_myshake_app_terremotos_sismos_telefono_movil_all) acceso el 10 de diciembre de 2016.
- BC (2016): Portal de Revistas Académicas Universidad de Costa Rica, en <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/vial/article/view/3923> acceso 22 de diciembre de 2016.
- Blogthinkbig.com (2016) en <http://blogthinkbig.com/aplicaciones-para-predecir-terremotos/> acceso el 20 de diciembre 2016.
- BLOG EDUCAR (2016): disponible en <http://www.educ.ar/sitios/educar/noticias/> Consultado en diciembre 2016
- BLOG GEOGRAFÍA Infinita, en <http://www.geografiainfinita.com/2015/07/la-temperaturas-mas-bajas-y-mas-altas-registradas-en-cada-pais-del-mundo> Acceso el 12 de febrero de 2017.
- Blogthinkbig.com, en <http://blogthinkbig.com/aplicaciones-para-predecir-terremotos/> acceso el 12 de diciembre de 2016.
- Botero, C. y Milanés Celene (eds) (2015): APORTES PARA LA GOBERNANZA MARINO-COSTERA. Gestión del riesgo, gobernabilidad y distritos costeros. 554 p. Fondo de publicaciones de la Universidad Sergio Arboleda, Santa Marta, Colombia. ISBN: 978-958-8866-67-3.



- (Versión rústica). ISBN: 978-958-8866-68-0. (Versión pdf).
- CHuy, T. (1999). "Macrosísmica de Cuba y su utilización en los estimados de Peligrosidad y Micro zonación Sísmica". Santiago de Cuba.
- CNET, 2016. Disponible en: <https://www.cnet.com/es/noticias/android-market-share-abril-junio-android-vs-ios-mercado-2016/> Consultado en diciembre 2016
- CNET (2016) en <https://www.cnet.com/es/noticias/fema-actualiza-app-para-mandarte-alertas-a-tu-movil/> acceso el 13 de noviembre de 2016
- Crónica Ambiental disponible en <https://www.cronicaambiental.com.mx/zona-verde/las-grandes-amenazas-de-la-vida-marina/> acceso el 23 de diciembre de 2016.
- COULOMBE, Stéphane and Guido, Grassel (2004): «Multimedia Adaptation for the Multimedia Messaging Service». IEEE Communications Magazine. 42p
- ECURED (2016): en [https://www.ecured.cu/Tormenta\\_local\\_severa](https://www.ecured.cu/Tormenta_local_severa) acceso el 12 de diciembre de 2016.
- ECURED (2016): Correo Nauta. en: [http://www.ecured.cu/index.php/Correo\\_Nauta](http://www.ecured.cu/index.php/Correo_Nauta), acceso el 12 de enero de 2017.
- ECUAVISA disponible en <http://www.ecuavisa.com/articulo/terremoto/noticias/148086-aplicaciones-que-te-alertan-sobre-sismos-tu-zona> Consultado en diciembre 2016
- ECUAVISA (2016): en <http://www.ecuavisa.com/articulo/terremoto/noticias/148086-aplicaciones-que-te-alertan-sobre-sismos-tu-zona> acceso el 20 de mayo de 2016.
- EL TIEMPO (2016): en <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-13841696> disponible el 22 de noviembre de 2016.
- FAO (2016) en, <http://www.fao.org/emergencias/emergencias/plagas-y-enfermedades-de-las-plantas/es/>, acceso el 12 de agosto de 2016.
- FAO (2016): Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, en <http://www.fao.org/emergencias/emergencias/plagas-y-enfermedades-de-las-plantas/es/> acceso el 12 de diciembre de 2016.
- Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja, en: <http://www.ifrc.org/es/introduccion/disaster-management/sobre-desastres/definicion—de-peligro/sequias> acceso el 22 de diciembre de 2016.
- Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja, en: <http://www.ifrc.org/es/introduccion/disaster-management/sobre-desastres/definicion—de-peligro/tormentas-tropicales-huracanes-ciclones-y-tifones/> acceso el 12 de diciembre de 2016.
- Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja, en <http://www.ifrc.org/es/introduccion/disaster-management/sobre-desastres/definicion—de-peligro/peligros-geofisicos-terremotos/> acceso el 10 de diciembre de 2016.
- Milanés Batista, Celene; Galbán Rodríguez, Liber y Olaya Coronado, Nadia J. (2017): *Amenazas, riesgos y desastres: Visión teórico-metodológico y experiencias reales*. Libro de investigación. 306 p. ISBN: 987-958-8921-44-0 (Digital). Disponible en <http://repositorio.cuc.edu.co/xmlui/handle/11323/927>
- Milanés B, Celene (2014): La gestión de riesgos costeros como paradigma ante los desastres. Boletín informativo del Instituto de Estudios del Ministerio Público de Bogotá, Colombia (IEMP). Procuraduría

General de la Nación. Innova. ISSN 2145-5430., 12-15 pp.

Milanés Batista Celene, Ofelia Pérez Montero, Pedro Aníbal Beatón Soler, Gustavo Álvarez Mato y Ramón Alarcón (2015): El enfoque social en la gestión del riesgo en Cuba. Sección III. 427-450p. En Botero, C. y Milanés Celene (eds). APORTES PARA LA GOBERNANZA MARINO-COSTERA. Gestión del riesgo, gobernabilidad y distritos costeros. 554 p. Fondo de publicaciones de la Universidad Sergio Arboleda, Santa Marta, Colombia. ISBN: 978-958-8866-67-3. (Versión rústica). ISBN: 978-958-8866-68-0. (Versión pdf).

Milanés Batista Celene, Ofelia Pérez Montero, Vivian Aymeé Milanés Clavijo, Isabel Poveda Santana y Yordan Infante Gilart (2015): La ciencia, la gestión empresarial y el manejo integrado de zonas costeras en función de la gestión del riesgo costero. Sección III. 455-467p. En Botero, C. y Milanés Celene. (eds). APORTES PARA LA GOBERNANZA MARINO-COSTERA. Gestión del riesgo, gobernabilidad y distritos costeros. 554 p. Fondo de publicaciones de la Universidad Sergio Arboleda, Santa Marta, Colombia. ISBN: 978-958-8866-67-3. (Versión rústica). ISBN: 978-958-8866-68-0. (Versión pdf).

Milanés Batista Celene, Ana Lourdes Brito, Darío Candebat Sánchez y Pedro Aníbal Beatón (2015): La gestión del riesgo costero en la provincia de Santiago de Cuba. Sección III. 473-499p. En Botero, C. y Milanés Celene (eds). APORTES PARA LA GOBERNANZA MARINO-COSTERA. Gestión del riesgo, gobernabilidad y distritos costeros. 554 p. Fondo de publicaciones de la Universidad Sergio Arboleda, Santa Marta, Colombia. ISBN: 978-958-8866-67-3.

(Versión rústica). ISBN: 978-958-8866-68-0. (Versión pdf).

Milanés Batista Celene, Darío Candebat, Vivian Aymeé Milanés Clavijo y Ofelia Pérez M (2015): Algunas experiencias en la práctica de la gestión del riesgo en Santiago de Cuba. Sección III. 505-455p. En Botero, C. y Milanés Celene (eds). APORTES PARA LA GOBERNANZA MARINO-COSTERA. Gestión del riesgo, gobernabilidad y distritos costeros. 554 p. Fondo de publicaciones de la Universidad Sergio Arboleda, Santa Marta, Colombia. ISBN: 978-958-8866-67-3. (Versión rústica). ISBN: 978-958-8866-68-0. (Versión pdf).

MUNDO (2016): en [http://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/02/160212\\_myshake\\_app\\_terremotos\\_sismos\\_telefono\\_movil\\_all](http://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/02/160212_myshake_app_terremotos_sismos_telefono_movil_all) acceso el 23 de diciembre de 2016.

ONEMI (2016): Ministerio del Interior y Seguridad Pública Gobierno de Chile, en <http://www.onemi.cl/incendios-forestales/> acceso el 23 de febrero de 2016.

Ravelo Batista Ángel Antonio. Aplicación de telefonía móvil y del sistema de Alertas Tempranas dentro del Manejo Integrado de Zonas Costeras: Sistema SATEMóvil. Tesis de Maestría en Manejo Integrado de Zonas Costeras. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, 80 p.

Secretos para Contar (2017): en <http://www.secretosparacontar.org/Lectores/Contenidosytemas/LoscambiosdelaTierra.aspx?CurrentCatId=241> acceso el 12 de junio de 2017.

SL (2016) Público Display Connectors, en <http://www.publico.es/ciencias/extincion-animales-granja-amenaza-alimentacion.html> acceso el 12 de marzo de 2016.

- TWENERGY (2016): en <https://twenergy.com/a/contaminacion-quimica-peligros-y-prevencion-424> acceso el 10 de diciembre de 2016.
- UNAM (2016): Universidad Nacional Autónoma de México, en <https://www.unam.mx/medidas-de-emergencia/lluvias-e-inundaciones> acceso el 15 de junio de 2016.
- UMAIC Wiki en [https://wiki.umaic.org/wiki/Sistema\\_de\\_alerta\\_temprana](https://wiki.umaic.org/wiki/Sistema_de_alerta_temprana) acceso el 12 de noviembre de 2016.
- VAZ Suárez Coralina (2012): El patrimonio construido y su vulnerabilidad sísmica: el Eclecticismo como caso de estudio. Memorias de la IV Conferencia Internacional de peligrosidad, riesgo geológico e ingeniería sísmica y de desastres. SISMOS' 2012. Santiago de Cuba. Cuba
- VICENTE, G (2008): Sistema de alerta temprana en ecosistema bahía Santiago de Cuba. Centro de Estudios Multidisciplinarios de Zonas Costeras, Universidad de Oriente. Cuba
- Wikipedia (2017): Enciclopedia libre disponible en <https://es.wikipedia.org/wiki/Inundación>, acceso en enero 2017.
- www.ifrc.org. en: <http://www.ifrc.org/es/introduccion/disaster-management/sobre-desastres/definicion—de-peligro/sequias/>, acceso el 12 de enero de 2017.

## CAPÍTULO 4

# La educación ambiental en la gestión de riesgos: una visión holística en pro de la sostenibilidad

*Yunior Ramón Velázquez Labrada\**

*Ricardo Domínguez Hopkins\*\**

*Mayelín Pérez Benítez\*\*\**

\* Centro de Estudios Multidisciplinarios de Zonas Costeras. Universidad de Oriente. Cuba.

\*\* Sede Municipal San Luis. Universidad de Oriente.

### Resumen

Los problemas que afectan el medio ambiente son cada vez más graves y causan gran preocupación en toda la humanidad, de ahí que en Cuba existe una política ambiental bien definida y recaiga en las instituciones docentes la educación formal de las nuevas generaciones, para la búsqueda de soluciones, atenuación o mitigación de los daños tanto naturales, como sociales, económicos y humanos. Por ello el llamado educativo está, no tanto en actuar sobre el medio ambiente, sino sobre las actividades humanas a través de las cuales se mantiene la relación con él. Dichos aspectos se concretan en el actual trabajo, a partir un sistema de acciones, de carácter general y contextualizado, para contribuir a la gestión de riesgos a partir del conocimiento ambiental, cambios en las actitudes, en el comportamiento y en la convivencia social dirigida a preservar la vida de todo ser viviente sobre la base de la sostenibilidad. En este sentido, se expresa la experiencia adquirida en la formación de profesionales de la educación por su trascendencia social, todo lo cual es una contribución al holismo ambientalista como corriente epistemológica de segundo orden.

## 1. Introducción

En la actualidad, la magnitud de los problemas ambientales pone en peligro la supervivencia del hombre, lo cual exige un pensamiento integrador ante los múltiples eventos que ocurren a su alrededor, para mitigar los impactos negativos de su propio accionar en los distintos contextos de actuación. Una visión amplia y compleja de la problemática ambiental, evidencia un deterioro cualitativo del entorno, de manera que se percibe una situación o estado no satisfactorio del medio ambiente provocado por procesos naturales, sociales,

tecnológicos, socioeconómicos, sanitarios y la interrelación entre estos.

En este sentido, el presente trabajo ofrece aspectos teóricos relacionados con la educación ambiental, tanto la que es orientada por las instituciones educativas, como la que subyace empíricamente y se expresa en gran parte de los pobladores en las comunidades. Ello está en correspondencia con el holismo ambientalista y la educación holista, como integrantes de la epistemología contemporánea y, constituyen ideas básicas y generales para la comprensión de la gestión de riesgos en los distintos contextos de actuación humana.

## 2. Materiales y métodos de trabajo

Para el análisis investigativo que se presenta, se tomó como muestra una representación de estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación Biología- Geografía. Además, se tuvo en cuenta la observación directa, en la obtención de información sobre el comportamiento de la educación ambiental en los mismos, con énfasis en su desempeño, como expresión de la preparación teórica adquirida en relación con el medio ambiente; el análisis de documentos normativos relacionados con los docentes, los estudiantes, como integrantes de la comunidad universitaria, de la política ambiental y educacional, así como tesis doctorales. La entrevista individual a docentes, para identificar los criterios que poseen, determinar las insuficiencias de los estudiantes con relación a la formación ambiental, para la valoración de la pertinencia y factibilidad de la propuesta; la encuesta a estudiantes, para constatar el estado real de los conocimientos ambientales.

## 3. Desarrollo

### 3.1. *Acercamiento epistemológico a la educación ambiental*

El hombre durante su historia de vida, ha desarrollado de forma práctica numerosas alternativas para protegerse de los cambios de la naturaleza, que por tener generalmente un carácter local, permitían el traslado de los asentamientos humanos hacia otros espacios más seguros; sin embargo, a partir de los incrementos productivos, derivados del desarrollo científico- técnico imperante y de la inconsciencia expresada en las actuales administraciones de la mayoría de los países y sociedades de consumo, al no establecer las conexiones entre el tiempo y el espacio de ocurrencia de los procesos seculares que han conformado los objetos naturales y sociales, el tiempo promedio de vida de las personas y el tiempo en que la actividad humana impacta negativamente en esos objetos, resulta imposible separarse de estos problemas causados por el propio hombre a su entorno.

Esto demuestra la necesidad de la sensibilización con los problemas ambientales, teniendo en cuenta las posibilidades que ofrece la educación ambiental, en función de hacer frente a la crisis ambiental y preservar las conquistas logradas por la humanidad a partir de la correcta puesta en práctica de los adelantos científico- técnicos.

En este sentido, variados esfuerzos se han realizado desde Estocolmo (1972), cuando en la reunión del Consejo Internacional de Coordinación del Programa del Hombre y la Biosfera, se reflexionó acerca de la dinámica de los problemas ambientales y la necesidad de la educación para todas las



generaciones, que favoreciera una opinión pública bien informada, una conducta inspirada en el sentido de la responsabilidad y el progreso del medio en toda su dimensión humana. Así, se acentuó la necesaria relación entre el hombre y el medio a través de la educación ambiental. Este vínculo hombre-medio, aunque en su momento constituyó un enfoque progresivo, introdujo de forma subyacente un estilo de análisis por separado en ambos componentes, lo que limitó la responsabilidad individual con los problemas ambientales.

Por otra parte, la Carta de Belgrado (1975), plantea implementar el proceso de la educación ambiental en cada país, basado en los conocimientos y motivación para trabajar hacia la solución de los problemas ambientales contemporáneos y prevenir los futuros.

La Conferencia Intergubernamental sobre Educación Ambiental promovida por el PNUMA – UNESCO, Tbilisi (1977), que patentizó el carácter tanto general como permanente de la educación ambiental, favoreció el análisis acerca de la llamada “crisis ambiental”, la coordinación de acciones a realizar por entidades de diferentes países, y a partir de ella se logró el consenso para la precisión de los componentes teóricos acerca del término medio ambiente, al que se le incorporó lo socioeconómico; de igual manera, al concepto de educación ambiental, se le agregó lo sociocultural, se elaboraron sus objetivos, principios y adquirió un carácter transversal. Estos conceptos, a pesar de su generalidad, constituyeron un punto de partida para la acción internacional.

También la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, Río de Janeiro, 1992, donde fueron aprobados el Programa 21 y la Declaración de Río, marcaron pautas en la política ambiental entre los

países, para propiciar la calidad de vida de diferentes generaciones. La Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, Johannesburgo 2002, conocida como la Cumbre de Río + 10, a pesar de no ser reconocida por sus grandes avances, refirió el vínculo de los aspectos socioeconómicos con la protección ambiental y se promulgó el Decenio de la Educación para el Desarrollo Sostenible.

En el Seminario Taller Internacional “La Prevención y Atención de los Desastres en la Educación”, desarrollado en Perú en noviembre de 2003, quedó clara la idea de que, la acción educativa es la vía idónea para que se pueda concretar el cambio de actitud que deriva del fortalecimiento de una cultura de prevención; o sea que es el proceso educativo el que permite transformar al ser humano en su interioridad y lograr influir en la forma de percibir su realidad, de comprenderla, de interpretarla y de reaccionar ante ella.

Lo anterior se traduce en la reducción del riesgo a partir de que implica motivar a las sociedades amenazadas a involucrarse conscientemente en la gestión del riesgo y la reducción de la vulnerabilidad, más allá de la tradicional respuesta al impacto de los peligros naturales. Es un proceso que, por su propia naturaleza, es multisectorial e interdisciplinario, que comprende una gran variedad de actividades interrelacionadas en los planos local, nacional, regional e internacional (Briceño, S.; 2006, según Parada, 2008).

A pesar de los esfuerzos realizados por las diferentes instituciones para mitigar los efectos negativos de la situación ambiental contemporánea, se mantiene un desequilibrio entre el desarrollo basado en el crecimiento económico, el nivel material de vida y las condiciones ecológico- sociales para que este desarrollo perdure por más tiempo,

al no lograrse a cabalidad, la comprensión por los agentes decisores, de aspectos tan complejos como los relacionados con la protección de espacios vitales, en pro del desarrollo sostenible, en concordancia con las exigencias que tales modificaciones demandan de un desempeño a favor del medio ambiente.

Es por ello por lo que, en Cuba, en la Constitución de la República (1976, 1992, 2002), se hace referencia a la responsabilidad del Estado en la protección del medio ambiente y se reconoce su estrecha vinculación con el desarrollo económico y social sostenible, para hacer más racional la vida humana.

Con la aprobación del Programa Nacional del Medio Ambiente y Desarrollo (1993) y la instauración del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (Citma) en 1994; se promulgó en 1997 la Ley No. 81 del Medio Ambiente y se aprobó en el mismo año la Estrategia Ambiental Nacional, que constituyó el fundamento para el establecimiento de estrategias territoriales, en tanto los diferentes ministerios derivaron sus normas jurídicas para la incorporación de la dimensión ambiental al accionar de cada una de sus entidades. Así, el Ministerio de Educación en 1999 emitió el documento “Dimensión ambiental–planeamiento curricular: Estrategia para su incorporación a la Licenciatura en Educación”, que precisaba el objetivo general de la educación ambiental para la formación de docentes, así como la actualización de objetivos y contenidos ambientales para el ciclo de formación general y pedagógica.

El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (Citma) elaboró luego la Estrategia Nacional Ambiental 2006–2010, en la cual se mencionan los principales problemas ambientales de Cuba. Posteriormente se elaboró la Estrategia Nacional de Educa-

ción Ambiental 2010–2015, la cual en sus objetivos incluye la formación inicial como condición básica para elevar la formación de saberes en los miembros de la sociedad y conductas orientadas hacia el desarrollo sostenible y describe entre los lineamientos para la educación ambiental: el desarrollo sostenible, la interdisciplinariedad y el enfoque ecosistémico.

Luego se emitió el Proyecto de Estrategia Ambiental Nacional 2016–2020 (Citma, 2016), donde, además de actualizar la denominación de los principales problemas ambientales nacionales, se reconoce que, entre las dificultades para la solución de los mismos, se encuentra la carencia de enfoques integrales en su tratamiento. Según su responsabilidad con la formación de los ciudadanos, el Ministerio de Educación y el Ministerio de Educación Superior, en coordinación con las diferentes instituciones han elaborado normativas y estrategias centradas en la formación ambiental de los profesionales, a partir del desarrollo de un pensamiento consecuente con los entornos, que les permita asumir posiciones críticas dirigidas al desarrollo de un proceso educativo humanista desde una perspectiva de sostenibilidad ambiental.

Más reciente, en el documento base Política Económica y Social del país, aprobado en el VI Congreso del Partido Comunista de Cuba (2011), se enfatiza en el lineamiento 133 la necesidad de desarrollar investigaciones integrales para proteger, conservar y rehabilitar el medio ambiente.

Ello se contextualiza en la actual Estrategia curricular de medio ambiente o educación ambiental (UO, 2015), donde se explicita la necesidad de un enfoque holístico durante el tratamiento a las problemáticas ambientales, más cuando existen problemas ambientales naturales y sociales relacionados

con los modos de comportamientos, lo cual exige que considere la preparación de los estudiantes para la gestión de riesgos.

En correspondencia con lo anterior se considera que la educación, según Blanco (2000, p.41), en su libro *Introducción a la Sociología de la Educación*, constituye un “sistema complejo de influencias, en las que participa toda la sociedad. Estas influencias que se ejercen con el objetivo de asegurar la asimilación y reproducción de toda la herencia cultural anterior, así como las relaciones sociales existentes, por regla general actúan como procesos de cooperación y comunicación social, en que los hombres desempeñan el papel de sujetos activos y creadores”.

Por ende, la acción de educar no es limitada a la institución escolar, sino que es responsabilidad también de la familia y de toda la sociedad en general. Tal definición revela su concepción como proceso social complejo e histórico concreto en el que tiene lugar la transmisión y apropiación de la herencia cultural acumulada por el ser humano, que es de naturaleza multi-forme y considera de manera implícita el aspecto ambiental.

En correspondencia con lo anterior, lo ambiental según Parada (2008, p.10), expresa el resultado de los procesos concretos inherentes a la relación sociedad- naturaleza, dadas de manera histórica en correspondencia con el nivel de desarrollo de la actividad práctico- social que la direcciona, en un nivel de relaciones materiales mucho más complejas que aquellas formas que le preceden y contenido de las nuevas formas históricas de la relación medio ambiente- desarrollo; lo anterior muestra su carácter general en tanto constituye un sustento determinante para el tratamiento de la educación ambiental.

Al respecto se cuenta con los resultados investigativos de autores que conciben la educación ambiental como una dimensión del proceso educativo. Colom y Sureda (1989), Leff (2006), refieren que la misma deviene en Pedagogía crítica, al considerar al hombre como un medio para obtener su verdadera finalidad: la conservación de la naturaleza, de los seres vivos amenazados y del medio ambiente en general.

En el contexto de la Pedagogía contemporánea, según Cardona (1992), se considera la educación ambiental como parte de la formación integral, como un componente de ella, junto a la educación científica, intelectual, patriótica, moral, estética, política y laboral, o influyendo desde cada componente, o sea que, se considera una dimensión de la formación integral del individuo. En la *Estrategia Nacional de Educación Ambiental* del Citma (1997), se define que la educación ambiental propicia una concepción integral sobre los procesos ambientales y de desarrollo que se expresa a través de su introducción como dimensión en todos los procesos.

Además, en la Ley 81 del Medio Ambiente (1997) se conceptualiza la misma como proceso continuo y permanente, que constituye una dimensión de la educación integral de todos los ciudadanos, orientada a que en la adquisición de conocimientos, desarrollo de hábitos, habilidades, capacidades y actitudes y en la formación de valores, se armonicen las relaciones entre los seres humanos y de ellos con el resto de la sociedad y la naturaleza, para propiciar la orientación de los procesos económicos, sociales y culturales hacia el desarrollo sostenible. Se concuerda con la misma al considerar que cualquier área del saber por separado resulta insuficiente para abordarla, dada la amplitud, complejidad e integralidad del medio ambiente y de la relación sociedad-naturaleza, que determinan

su dinámica y generan dicha problemática; para ello la adquisición de conocimientos, la formación de habilidades, hábitos, valores y actitudes como saberes básicos de una educación ambiental ponderan su doble carácter social e individual, así como su sentido ético y humanista.

### **3.2. *La educación ambiental desde una mirada holística***

El análisis teórico realizado acerca de la educación ambiental denota su carácter totalizador, pues realmente la educación en el hombre debe tener un carácter integrador para que este pueda comprender la compleja relación sociedad – naturaleza, de la cual forma parte.

En este sentido, se está de acuerdo con Velasco (2009), quien en el libro *Bioética*, refiere que la holística implica una visión de los objetos, fenómenos, tanto naturales como sociales, en su totalidad, en su conjunto, en su complejidad, en interacción, desde una actitud integradora, que permita entender las particularidades y generalidades de la relación entre los procesos, los protagonistas y sus contextos, que por lo regular no se comprenden si se estudian por separado los aspectos que conforman el todo.

Además, la mencionada autora considera que cada acontecer está relacionado con otros acontecimientos, los cuales producen entre sí nuevas relaciones en un proceso que compromete el todo, es decir lo que fue, lo que está siendo, lo que será, lo que está en posibilidad de ser. También, el pensamiento holístico transcurre desde lo general hacia lo particular y viceversa, se orienta hacia una cosmovisión con base en preceptos comunes para todos los seres vivos; implica una actitud abierta hacia la historia, la indagación, la comprensión, la apreciación

de interpretaciones y posibilidades, percibir los contextos, las ideas y las situaciones en sus múltiples relaciones.

Una aproximación al enfoque holístico de la educación ambiental en el contexto de la epistemología contemporánea exige considerar el Holismo Ambientalista, con relación a lo cual, Sotolongo, (2002) plantea como uno de los componentes esenciales, la ruptura con el ideal clásico antropocentrista del hombre social depredador de la naturaleza por el hombre natural sustentador de su propia especie, así como de su entorno social. Dicho holismo ha tenido expresión práctica en el movimiento social de Ecología Superficial, que, devenido con el paso del tiempo en Ecología Profunda, planteada por el filósofo noruego Arne (1973), promulga el equilibrio entre el ser humano y la naturaleza. Estas posiciones fueron integradas por Guattari (1989), según Pérez de Lama (2014), en una corriente de pensamiento denominada Ecosofía, que rebasa la posición antropocéntrica del movimiento ecológico e involucra su dimensión espiritual y global, una visión amplia y profunda del mundo, una filosofía de armonía con la naturaleza, que tiene en cuenta tres ecologías, la mental que considera la interacción hombre–entorno, e incorpora lo ambiental al concepto de hombre como ser biopsicosocial.

La ecología social referida a formas de coexistencia justa, inclusiva, armónica, pacífica y equitativa entre las personas y la ecología medioambiental, asociada a las anteriores. Tales consideraciones vinculadas a la Ecosofía son válidas y en esencia coincidentes con lo planteado en el modelo educativo cubano, donde lo ambiental, es bastante abarcador y profundo, en tanto todos estos postulados se corresponden con las declaradas para la educación cubana en pro del desarrollo sostenible, de lo cual el Estado es el máximo responsable.

Así, como parte del holismo ambientalista también se considera la Educación holística, cuya generalización a partir de la década de los 90 del pasado siglo, toma en consideración los postulados de Platón, Comenius, Smuts, entre otros y en la actualidad cuenta entre sus máximos exponentes con Gallegos, (2009) que planteó el Modelo Multinivel-Multidimensión, que estipula la educación en niveles de totalidad. Concibe el universo como comunidad de sujetos. Aboga por un conocimiento que integre ciencia, arte, tradiciones, en una cultura de sabiduría, a partir de una visión transdisciplinaria, que favorezca el vínculo entre lo global- local, el tránsito de la fragmentación a la integralidad, pues una sola alternativa para el estudio de la realidad es insuficiente, de lo superficial a lo profundo, de lo antiguo a lo nuevo. Pondera la ética cosmocéntrica y una finalidad de amor universal, de atención a la diversidad cultural, de educación para la vida, que incluye las experiencias humanas y las vías para el diálogo, todo en pro de la paz para el desarrollo sustentable.

Todos estos postulados, son importantes por la manera en que se orientan hacia la preservación del medio ambiente, por lo que pudieran ser contextualizados a las diversas realidades de los países del mundo, teniendo en cuenta la voluntad política de los estados, más cuando en el orbe existen necesidades básicas que deben ser resueltas para que entonces se comprenda mejor el entorno por todos los sujetos.

Por ejemplo, hoy es posible hablar de ciudades en guerras, de personas con hambre y de severas enfermedades, sin embargo, para que no se llegue a ese estado de barbarie se debe propiciar educación, igualdad de derechos, de oportunidades, de respeto a la diversidad, de orden y protección social, que permitan limar las diferencias entre un grupo y otro, por tato se requiere inten-

cionar de manera coherente cómo desde la educación ambiental se fomentan los aspectos que encierra una educación holista, en correspondencia con el contexto social.

### ***3.3. La gestión de riesgos como componente de la educación ambiental desde una perspectiva holística***

La Pedagogía como Ciencia de la Educación asume el compromiso de instruir y educar personas capaces de prevenir y enfrentar circunstancias adversas como desastres o situaciones de deterioro ambiental. En Cuba, al abordar los riesgos de desastres y de deterioro ambiental, se parte de lo establecido la Directiva Nº 1 del presidente del Consejo de Defensa Nacional para la reducción de desastres (Cuba, 2010), en cuyo anexo 2 se reconoce que la gestión de la reducción del riesgo es una obligación estatal de los órganos y organismos estatales, instituciones sociales, entre otros, donde participan autoridades y proyectistas, por solo citar algunos. Así, al referirse a las acciones para la disminución del riesgo se incluye la reducción de la vulnerabilidad de la sociedad en su dimensión ambiental; evitar que los recursos naturales se transformen en amenazas socio- naturales, mediante procesos de degradación del medio ambiente o por una inadecuada explotación por el hombre.

Según Mansilla (2000, p.150) el término riesgo, designa una fase de desarrollo en el que la sociedad comienza a entrar en conflicto con la naturaleza a partir de los distintos mecanismos que emplea en la transformación de los recursos naturales en bienes para satisfacer las necesidades humanas. Por tanto, el riesgo es consustancial al desarrollo humano y no una cuestión exclusiva de determinadas formaciones



sociales. Mientras tanto, Bardi (2004, p. 90) connota que el mismo se expresa en la probabilidad de exceder un valor específico de daños sociales, ambientales y económicos, en un lugar dado y durante un tiempo de exposición determinado.

Así, la gestión del riesgo se refiere a un proceso social complejo cuyo fin último es la reducción o la previsión y control permanente del riesgo de desastre en la sociedad, en consonancia con, e integrada al logro de pautas de desarrollo humano, económico, ambiental y territorial, sostenibles. En principio, admite distintos niveles de intervención que van desde lo global, integral, lo sectorial y lo macro-territorial hasta lo local, lo comunitario y lo familiar. Además, requiere de la existencia de sistemas o estructuras organizacionales e institucionales que representan estos niveles y que reúnen bajo modalidades de coordinación establecidas y con roles diferenciados acordados, aquellas instancias colectivas de representación social de los diferentes actores e intereses que juegan un papel en la construcción de riesgo y en su reducción, previsión y control. (CEPRE-DENAC-PNUD, 2004. p. 69).

En este sentido, se exponen algunos criterios del autor López (s.f), de la Universidad de Oviedo, quien cita los siguientes planteamientos de G. Bechmann (1995) y Mary Douglas (1985), en relación a que existen riesgos voluntarios, que son mejor aceptados que los involuntarios procedentes del exterior, por ejemplo, el consumo de tabaco vs. centrales nucleares. Además, plantean que los riesgos que el afectado puede controlar se aceptan mejor que aquellos que no puede controlar. Los riesgos de las nuevas tecnologías se consideran mayores y se aceptan peor que los riesgos asociados a tecnologías familiares.

También señalan otras características vinculadas a los riesgos, tales como: aquellos donde los daños aparecen con un cierto retraso en el tiempo se aceptan mejor que los riesgos que implican daños inmediatos. La percepción del riesgo puede analizarse en función de diversos factores sociales. Un papel importante lo juega la opinión pública, que, como señala Bechmann (1995), cumple tanto una función normativa como cognitiva. La realidad del riesgo, su naturaleza, depende de nuestro conocimiento y valores, de nuestros juicios epistémicos y éticos. Los riesgos poseen un elevado componente subjetivo pues, para ser tales, primero han de ser percibidos. Este hecho imposibilita desarrollar una medida unitaria para las comparaciones de riesgos. Además, no son hechos objetivos que existan en el mundo externo, con independencia de las actitudes y opiniones de los individuos y tanto su valoración como aceptación son relativas.

Otro elemento es la percepción del riesgo. Unos no ven los riesgos pensando que nada pueden hacer directamente para cambiarlos. Otros no los ven porque esto sería cuestionar las decisiones tomadas. Otros sencillamente los ignoran. Sin embargo, quienes los ignoran, ignoran también que al menos amenazas conocidas pueden reducirse modificando determinadas decisiones. (Mansilla, p.153).

De esta manera, referirse a la gestión de riesgos debe considerar la determinación de los tipos de riesgos, en correspondencia con los peligros y las vulnerabilidades, atendiendo al espacio geográfico, el contexto y tiempo específico. En aras de no parcializar sino de emitir un criterio generalizador se presentan a continuación algunas acciones de educación ambiental que favorecen la gestión de riesgos, según Velázquez (2017) y que sirven para complementar otras ya existentes.

### 3.4. *Propuesta de acciones de educación ambiental para favorecer la gestión de riesgos*

A continuación, se relacionan algunas propuestas de acciones de educación ambiental que favorecen la gestión de riesgos:

1. Caracterizar desde el punto de vista socio-ambiental el contexto comunitario, familiar, escolar, así como al propio sujeto. Ello exige:
  - Caracterización del contexto socio-ambiental en que interactúa la persona.

Incluye determinar los espacios principales en que se desempeña el estudiante en particular: la institución escolar, la unidad docente donde realiza la práctica laboral, la familia, la comunidad, u cualquier otra persona en general. En relación a ellos se precisa: identificar las necesidades, potencialidades y las características ambientales del entorno, es decir, los problemas ambientales, su conceptualización, análisis de las causas, interrelaciones, consecuencias en el contexto mundial, nacional y local.

Además, las posibilidades del entorno, para el trabajo ambiental, la precisión de las medidas que se adoptan para la protección, conservación del medio, las acciones orientadas hacia la adaptación y mitigación de los problemas del ambiente en el contexto mundial, nacional y el entorno local, así como la incidencia de cada cual, en ellos, situación económica, manera en que se establecen las relaciones de convivencia social, familiar y profesional. Se requiere conocer las distintas fuentes que emplean las personas para apropiarse de la información ambiental disponible, quién genera, trasmite o generaliza la misma. Otro aspecto a tener en cuenta es el predominio

de prácticas ambientales, de ellas, cuáles son asumidas y en qué medida, lo cual es palpable en su comportamiento.

- Determinación de los saberes ambientales que poseen las personas, el uso que hacen de ellos y su expresión comportamental.

Se comprueba a través del diagnóstico exploratorio, contenido de aspectos relacionados con la definición de medio ambiente, problemas ambientales internacionales, nacionales y locales, ejemplificación, establecimiento de causas, consecuencias, así como medidas de solución; percepción de los problemas ambientales, riesgos, peligros y vulnerabilidades. También se consideran la demostración de hábitos, habilidades, valores y capacidades para el tratamiento de la dimensión ambiental; si socializa o desarrolla la información ambiental que posee, si su modo de actuación se corresponde con los conocimientos que se les enseña. En este caso, se debe prestar la debida atención a la interacción en grupo de iguales por las personas, es decir, si conocen y respetan los límites establecidos para la convivencia, si cultivan la retroalimentación, la construcción colectiva de saberes, la cooperación, sin obviar la influencia de la historia de vida de cada cual; los valores que manifiesta en su actuación.

- Indagación de la manera en que cada cual se auto-caracteriza a sí mismo en relación al medio ambiente.

Está dada en la caracterización que cada persona realiza de sí mismo, es decir cómo interpreta su accionar en relación al medio ambiente, cómo él se ve en ese medio, si se concibe como integrante del mismo o como alguien aislado; desde esa posición, entonces cómo actúa. Si es capaz de reconocer los procesos que intervienen en la conforma-

ción de los problemas ambientales, las vías para contribuir a su minimización desde sus posibilidades y arribar a conclusiones generalizadoras.

Analizar en los distintos espacios de socialización, las potencialidades que ofrecen los distintos escenarios para armonizar los procesos de la esfera científico-técnica y los de la esfera social con los objetivos de la Educación Ambiental, desde la perspectiva del desarrollo sostenible y la gestión de riesgos.

## 2. Sensibilizar el personal que interviene en la gestión de riesgos.

Establecer el diálogo reflexivo, sobre la base de los resultados del diagnóstico, con todo el personal involucrado para que asuman una posición consciente. Ello se logra a través del intercambio, en talleres de reflexión, sobre la base de la problemática a resolver, en un clima de consenso, respetuoso, convincente. En este caso, se ponderan las potencialidades para la transformación de las carencias. Dichos talleres deben abordar el marco jurídico y conceptual ambiental, aspectos acerca del conocimiento de la situación ambiental a escala mundial, nacional, local y la problemática ambiental en los distintos contextos de actuación, así como la necesidad de la gestión de riesgos.

## 3. Proyectar el accionar ambiental integrador en la gestión de riesgos.

En este caso se deben desplegar las acciones previstas para prevenir, mitigar los riesgos; organizadas en etapas y teniendo en cuenta los puntos de contacto entre riesgos, en un entramado de relaciones causales y espacio temporales.

## 4. Valorar la trayectoria praxeológica ambiental, para lo cual se debe tener en cuenta:

Haber cumplido los objetivos propuestos con la calidad exigida.

- Haber desarrollado capacidades para la interpretación de los avances y progresos de las acciones en el orden particular y general.
- Prever los distintos espacios de socialización de experiencias.
- Lograr la comprensión de los resultados alcanzados en su estado natural y la necesidad de perfeccionar las acciones, en función de lograr mayor independencia y participación consciente en la búsqueda de nuevas tareas, generar en la práctica formas de retroalimentación, prever la solución de errores, ajustarse a las necesidades individuales, del colectivo y las características del contexto comunitario, en pro de proyectarse hacia cómo hacer sostenible el lugar en que se desarrolla.

Las acciones planteadas, pueden ser contextualizadas a partir de las características y los objetivos ambientales en las diferentes instituciones sociales. En este sentido, se presenta una experiencia en la prevención de riesgos de desastres y el deterioro ambiental en la formación del profesional de la Educación, a partir de considerar que en el Modelo del profesional de la educación, carrera Licenciatura en Educación Biología- Geografía, Plan D (2010), se establece que el docente debe salir preparado para garantizar la satisfacción de las necesidades básicas educativas de los adolescentes y los jóvenes, y la orientación hacia exigencias de formación deseada de hábitos higiénico-culturales, nutricionales, medioambientales y para la salud, que garanticen su preparación para la vida presente y futura, como padres de familia, que tiene estrecha relación con los aspectos de la prevención contra los desastres, problemas y deterioro ambiental.

En este sentido la educación para la prevención contra los desastres y deterioro ambiental mediante un programa de asignatura en el currículo propio refuerza la función orientadora de dicha formación. Esta función incluye trabajos encaminados a preparar al futuro educador para que pueda brindar ayuda en el proceso de desarrollo de la personalidad de sus educandos, descubrir sus potencialidades y limitaciones de manera que pueda aprender a tomar decisiones, hacer planes o proyectos de vida y contribuir a la preservación y cuidado de su salud física y bienestar emocional, debe contribuir a la orientación adecuada de las técnicas de estudio, a la orientación vocacional y, además, a la solución de problemas de los estudiantes (como individualidad) y de los grupos (como colectividad) en las instituciones educativas.

La concepción sobre currículo de la autora Addine (1995), prevé la formación desde un proyecto educativo integral con carácter de proceso, que expresa las relaciones de interdependencia en un contexto histórico-social, que se rediseña sistemáticamente en función del desarrollo social, progreso de la ciencia y necesidades de los estudiantes, y se traduce en la educación de la personalidad del ciudadano que se aspira a formar y considera al estudiante centro del proceso de enseñanza aprendizaje teniendo en cuenta la experiencia acumulada, concretándose en el micro currículo conocido como programación de aula. En él se determinan los objetivos didácticos, contenidos, actividades de desarrollo, actividades de evaluación y metodología de cada área que se materializará en el aula.

Desde esta concepción un programa de asignatura dirigido al currículo propio (micro currículo), comprende el análisis del colectivo de disciplina, año y la clase, siendo esta el escenario fundamental cuyos protagonistas son los profesores y

los estudiantes, además es donde se desarrollan modos de actuación referente a lo diseñado, teniendo en cuenta la relación macro-diseño y micro-diseño curricular, lo cual expresa que en los modos de actuación del docente para la dirección del proceso de enseñanza aprendizaje, demuestre una actuación consciente al configurarlo con una concepción totalizadora, respondiendo a ¿Qué enseño? ¿Cómo lo enseño? y ¿Para qué lo enseño? y a partir de la profesionalización de las configuraciones del proceso de enseñanza-aprendizaje.

El programa para la preparación del docente en formación en la educación para la prevención contra los desastres y deterioro ambiental y las orientaciones metodológicas para su desarrollo en la carrera Biología Geografía como parte del currículo propio en el Plan de Estudio D, garantiza la preparación del futuro docente como gestor para la prevención del riesgo de desastres y deterioro ambiental desde el contexto escolar, a partir del desarrollo de hábitos y habilidades, que propician formar criterios mediante la interpretación, análisis y diagnóstico de riesgos de desastres en la comunidad escolar y en especial en el aula, y de esta manera sugerir posibles soluciones desde el punto de vista pedagógico, teniendo como bases los contenidos y conocimientos físico, económico geográfico, social, de Seguridad Nacional, de Defensa Nacional, de Organización e higiene escolar y de los documentos legales que rigen la Defensa Civil, del medio ambiente y la educación ambiental.

Desde el punto de vista metodológico le proporciona que el estudiante egresado pueda planificar, organizar y ejecutar diferentes formas organizativas, así como Proyectos Educativos y ponerlos en práctica para la prevención de riesgo de desastres y deterioro ambiental en la escuela y la comunidad.

El programa cuenta con un total de 60 horas, para desarrollar los contenidos propuestos (la prevención del riesgo de desastres y deterioro medioambiental, el proceso de reducción de desastres y la protección del medio ambiente, el enfoque educativo del proceso de reducción de desastres y de deterioro ambiental).

Es importante en el desarrollo del contenido resaltar la participación de Cuba en estos eventos internacionales y la respuesta dada a las direcciones priorizadas aprobadas en dichos eventos, al garantizar que la reducción del riesgo de desastres sea una prioridad nacional y local con una sólida base institucional. Expresar además la necesidad social de comprender, explicar, interpretar y proyectar acciones, cuya esencia sea la relación entre la vulnerabilidad ambiental y la mitigación ambiental en un espacio y tiempo, contextualizado en los distintos sectores de la población, mediante el perfeccionamiento de la inclusión de temas sobre reducción de desastres, en los programas de estudio de los diferentes niveles de educación cubana.

*La situación de conflicto como método fundamental para la apropiación del conocimiento de la prevención de los desastres y el deterioro ambiental en la formación del profesional de la Educación.*

La prevención contra los desastres es una responsabilidad que le compete a todas las personas e instituciones de la sociedad. Es la comunidad organizada, el recurso más idóneo para hacer frente a los momentos más difíciles de cualquier emergencia o desastre, por ello es necesario un cambio de actitud generalizado en la población para lograr las condiciones favorables que permitan continuar avanzando y, establecer de manera sostenible las nuevas estrategias y acción social para mitigar las consecuen-

cias de los desastres originados por causas naturales y/o tecnológicas. Ese cambio de actitud debe concretarse por medio de la acción educativa en el fortalecimiento de una Cultura de Prevención de Desastres, ya que es el hecho educativo el que transforma al ser humano.

En este proceso cobra especial significación el rol del profesional de la educación como educador profesional, que asume el encargo social de la época y establece la mediación indispensable entre la cultura ambiental históricamente determinada y los estudiantes, con vista a potenciar el proceso de apropiación de los contenidos que han sido seleccionados atendiendo a los intereses de la sociedad en sus diferentes niveles (escuela, comunidad, país, región, etc.). Para ello el docente debe ser formado de manera que sea capaz de transmitirlo; o sea, el profesional de la educación debe ser dirigente y promotor del proceso en la prevención de los desastres y el deterioro ambiental.

Las actitudes no se forman de manera espontáneas, ni se imponen, requieren de métodos que lo propicien. En este sentido se significa la validez de la concepción para formación de actitudes pro ambientales que aporta Parada (2008) a los fundamentos teórico de la educación ambiental y como un componente de esta el método de situación de conflicto que propicia la dinámica de la formación de actitudes ambientales a partir de la integración de la experiencia vivencial, conocimientos de la vida cotidiana y escolar del estudiante al interrelacionar lo cultural, lo axiológico y lo participativo del proceso, en una integración cognitivo-instrumental y afectivo-emocional, desde una perspectiva ética y más humana.

En el desarrollo del programa el método situación de conflicto constituye un resorte estimulador para el debate y la reflexión



en la formación de actitudes ambientales y preventivas ante la problemática ambiental y los desastres, ya que estimula la participación protagónica en el estudiante sobre la base de la apropiación individual de un sistema de valores que define una disposición positiva del sujeto hacia el medio ambiente y considerando la educación para la prevención contra los desastres se comprende además como actitudes preventivas de gestión contra los desastres.

Significa situar al estudiante sistemáticamente ante problemas cuya resolución debe realizarse con su activa participación, que le permita llegar no solo al resultado sino a su capacitación independiente para la resolución de problemas en general, con un sentido ético. O sea, que son contradicciones mediante situaciones problemáticas, devenidos problemas docentes, favoreciendo la asimilación de conocimientos nuevos y de métodos de actuación, ya que el estudiante para su solución transitaría por momentos de búsqueda, de asimilación de conocimientos, de consolidación, de control y de aplicación creadora y reflexiva a nuevas situaciones de búsqueda.

Asumir los elementos que considera la formación de actitudes ambientales y de preparación y prevención ante los desastres conlleva a la estimulación de nuevas interrogantes, inquietudes o cuestiones que permitan sensibilizar al estudiante en relación con el entorno, con los otros y consigo mismo y que anteriormente quizás no se había planteado. La ética constituye un pilar básico pues orienta a la adecuación de las actitudes humanas, a pautas correctas para interactuar con el ambiente y su problemática; integrar al contenido la reflexión sobre las claves éticas que han de orientar las acciones humanas.

Al aplicarlo en la impartición del contenido se presenta la situación de aprendizaje como

un conflicto cognitivo y moral de forma abierta y puede basarse en hechos reales o hipotéticos, sencillos, de fácil comprensión y relacionados con el medio social del alumno, así como con su desarrollo cognitivo moral y su futuro desempeño profesional. De manera que el método situación de conflicto supone no solo el conocimiento y comprensión del conflicto sino también el aprendizaje de cómo solucionarlo mediante la estimulación del pensamiento crítico y la reflexión.

La valoración del programa propuesto, en una primera constatación (curso 2010-2011) reveló su importancia como instrumento para ser utilizado por el docente al considerar su validez y aplicabilidad, al mismo tiempo demostró que esta es una manera viable de instrumentar enriquecer y perfeccionar los resultados científicos en la práctica.

En una siguiente etapa (2011-2012) se introduce en la práctica con estudiantes del tercer año como parte de su formación en el desempeño profesional pedagógico, en la carrera Biología- Geografía, además se introduce mediante el trabajo con la Estrategia Curricular de Educación Ambiental a través del contenido de las diferentes asignaturas y actividades de la disciplina Formación Laboral Investigativa en diferentes carreras, mediante el representante de educación ambiental de las carreras miembro además del Grupo Multidisciplinario de Educación Ambiental de la otrora Universidad de Ciencias Pedagógicas Frank País García, en Santiago de Cuba.

## 4. Conclusiones

La educación ambiental, como proceso y resultado, que considera tanto lo cognoscitivo, lo actitudinal como lo comportamental, puede contribuir a la gestión de riesgos por las personas, en tanto las sitúa en mejores condiciones para comprender el marco

referencial específico, en correspondencia con las características del entorno y propias de la personalidad.

Ello exige tener una concepción holística en el pensamiento, que permita establecer las concatenaciones entre el tiempo de ocurrencia de los procesos y fenómenos que intervienen en la relación sociedad-naturaleza, el tiempo promedio de vida de las personas y el tiempo en el que la actividad humana impacta negativamente en los distintos espacios naturales.

Estos aspectos de educación ambiental desde perspectivas holísticas, si bien pueden ser potenciados desde los procesos de la formación de profesionales, en aras de fortalecer su futura inserción laboral y la constante participación comunitaria; también pueden ser abordados, desde distintos niveles de integración cognoscitiva, en los distintos sectores de la sociedad en función de la gestión de riesgos. Ello se basa en el principio de solucionar aspectos puntuales para resolver problemas globales. Cada cual desde su radio de acción debe apropiarse de las herramientas que les permitan incidir de manera positiva en su entorno.

## Referencias

- ADDINE Fernández, F (1995): *Principios para la dirección del proceso pedagógico*. La Habana: Departamento de Educación de la Personalidad. Instituto Superior Pedagógico Enrique José Varona.
- Asamblea Nacional del Poder Popular de Cuba (1997): *Ley 81 del Medio Ambiente*. Gaceta Oficial de la República de Cuba (7), La Habana: Edición Extraordinaria, año XCV.
- BARDI, J. J (2004): *Gestión de riesgo en desastres y emergencias complejas*. Centro de Estudios Estratégicos. Argentina.
- BARRERA Morales, M. F (2014): *Qué es la holística*. Recuperado el 17 de junio de 2016, de <http://www.monografias.com/trabajos7/holis/holis2.shtml>
- BLANCO Pérez, A (2000): *Introducción a la Sociología de la Educación*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, p. 41.
- CEPREDENAC – PNUD, (2004): *La gestión local del riesgo nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica*. Panamá.
- CITMA (2006): *Estrategia Ambiental Nacional 2007- 2010*. La Habana: CITMA.
- CITMA (2010): *Estrategia Nacional de Educación Ambiental 2010–2015*. La Habana: CITMA.
- CITMA (2015): *Proyecto Estrategia Ambiental Nacional 2016–2020*. Versión diciembre de 2015. La Habana: CITMA.
- Cuba (1992): *Constitución de la República de Cuba*. Ciudad de La Habana: Granma.
- Cuba (2010): (s.f). *Lineamientos metodológicos para la realización de los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos de desastres de inundación por penetraciones del mar, inundación por intensas lluvias y afectaciones por fuertes vientos*.
- Cuba (2010): *Modelo del Profesional de la Educación. Carrera Licenciatura en Educación Biología- Geografía*. Ciudad de La Habana: MINED.
- Cuba (2010): *Directiva Nº 1 del presidente del Consejo de Defensa Nacional para la reducción de desastres*.
- Cuba (2011): *Lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución. VI Congreso del PCC*. La Habana.
- DELGADO Díaz, C. J (2005): *Bioética y medio ambiente*. Cuba: Universidad de La Habana.
- ESPINO de Lara, R (2013): *Educación holística*. Revista Iberoamericana de Educación.
- Febles, M (2001): *Hacia un enfoque holístico del Medio Ambiente desde la Psicología*

*Ambiental*. Facultad de Psicología. Universidad de La Habana.

FUENTES González, H. C. (2004): *La diversidad en el proceso de investigación científica. Reto cultural en la formación de investigadores*. Santiago de Cuba: Universidad de Oriente.

GALLEGOS Nava, R (2001): *Una visión integral de la educación. El corazón de la educación holista*. Ed. Fundación Internacional para la Educación Holista, Guadalajara.

GALLEGOS Nava, R., & Verdugo Bustamante, H (2009): *Educación holista. La pedagogía del amor universal*. Fundación Internacional para la Educación Holista. Guadalajara.

GIDDENS, A (2000): *Sociología*. Barcelona: Ediciones Península.

K. FREEMAN, P.; Martin, L. A.; Linnerooth-Bayer, Joanne y otros. (s.f). *Gestión de riesgo de desastres naturales. Sistemas Nacionales para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres Estrategias Financieras para la Reconstrucción en Caso de Desastres Naturales*. Banco Interamericano de Desarrollo.

LEFF Zimermann, E (2000): *Aprender a aprender la complejidad ambiental*. Madrid: Ediciones Siglo XXI, s.a. de c.v .

LEFF Zimermann, E. (2002): *Saber ambiental: Sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder*. Buenos Aires: Ediciones Siglo XXI, s.a. de c.v.

LÓPEZ Cerezo, J.A. (s.f): *Ciencia, riesgo y controversia: una lectura filosófica del conflicto académico y social sobre el riesgo*. Universidad de Oviedo.

Mansilla, E. (2000): *Riesgo y ciudad*. Universidad Nacional Autónoma de México.

MINED (2014): *Folleto para el perfeccionamiento de la Educación Ambiental para el Desarrollo Sostenible desde el Sistema Nacional de Educación*. Cuba: Ministerio de Educación.

ONU (2014): *Objetivos de Desarrollo del Milenio Informe de 2014*. Nueva York: Organización de Naciones Unidas.

Parada Ulloa, A. (2008): *Estrategia educativa para la formación de actitudes ambientales en los estudiantes de Secundaria Básica*. Santiago de Cuba: Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas, Universidad de Ciencias Pedagógicas. Santiago de Cuba.

PARADA Ulloa, A., Domínguez Hogkins, R (2014): *Educación ambiental y prevención de riesgos de desastres*. Universidad 2014. Santiago de Cuba.

PÉREZ de Lama, J (2014): *Las tres ecologías, según Félix Guattari*. España: Universidad de Sevilla.

RODRÍGUEZ Ramos, Z. (2016): *La formación de la actitud pedagógica ambiental en estudiantes de la carrera Licenciatura en educación Biología- Geografía*. Santiago de Cuba. Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas: Universidad de Oriente.

ROMERO Pacheco, E. V (2006): *La transversalidad de la educación ambiental*. Revista Educación (N. 119/septiembre- diciembre/ Segunda Época).

ROMERO Pacheco, E., Parada Ulloa, A., & Velázquez Labrada, Y (2015): *Estrategia de medio ambiente o educación ambiental*. Santiago de Cuba: Universidad de Oriente.

VELASCO Parrado, N (2009): *Bioética. Humanismo Científico Emergente*. Fundación Cultural Javeriana de Artes Gráficas. Capítulo 4 Visión holística del ser. Bogotá, D.C.p. 62.

VELÁZQUEZ Labrada, Y. R. (2017): *La formación holística ambiental en los estudiantes de carreras pedagógicas del área de Ciencias Naturales*. Santiago de Cuba. Tesis doctoral.

## CAPÍTULO 5

# Socialización de información sobre mitigación y prevención de desastres en comunidades vulnerables

**Tomás J. Chuy Rodríguez\***  
**Celene Milanés Batista\*\***

\* Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas (CENAI)-Cuba.

\*\* Departamento de Civil y Ambiental. Universidad de la Costa. Colombia.

### Resumen

Considerando los niveles de peligrosidad que poseen algunas ciudades vulnerables ante la ocurrencia de diferentes amenazas y, conociendo la necesidad imprescindible de incrementar la cultura del riesgo en las poblaciones, se analizaron y prepararon diferentes materiales en formato popular para ser socializados en dos regiones con similares problemas (Santiago de Cuba y Riohacha). En la primera ciudad se muestran las acciones de divulgación para enfrentar el peligro sísmico mostrando los diferentes formatos de enfrentamiento que fueron confeccionados tales como carteles, posters, folletos y tabloides, vinculados con acciones de prevención ante uno de los fenómenos naturales más impactantes en el territorio, los terremotos. Se realizaron colaboraciones, con la radio y la televisión provincial, para la realización de spots de divulgación referentes a las medidas de protección que debe realizar la población en caso de terremotos. Son de tener en cuenta también además una importante cantidad de información digital y videos que les fueron entregados a diferentes instituciones, en un rango de temáticas tales como el medio ambiente, biodiversidad, fenómenos naturales de todo tipo, vulnerabilidad general, entre otros. Por último, se brinda información sobre el caso de la sostenida capacitación realizada en comunidades wayuu en el municipio de Riohacha ubicado en el departamento de la Guajira, en Colombia, cuyos resultados contribuyeron a que las comunidades quedaran más preparadas ante varias posibles situaciones de emergencia.

## 1. Introducción

Mitigar el impacto de los fenómenos naturales y antrópicos en las comunidades y el medio ambiente del territorio, mediante el fortalecimiento de capacidades locales, es una necesidad imprescindible si se quiere lograr un desarrollo local sostenible de forma que se

preserven los patrimonios socioeconómicos territoriales.

En nuestros días cobra especial relevancia la educación comunitaria para fortalecer una cultura sobre los desastres, en la que se incluyan fundamentos básicos de prevención y mitigación, así como elementos de actuación en caso de emergencias ante la amenaza u ocurrencia de fenómenos naturales.

La preparación de las comunidades vulnerables al impacto de los desastres, con criterios científicos, se ha puesto de manifiesto en varias ocasiones ante la ocurrencia de fenómenos naturales extremos, que han impactado a diferentes asentamientos poblacionales del territorio. Es importante significar que, si bien las medidas de emergencia mitigan en alguna medida los daños, sobre todo a las personas, la preparación y alerta a las comunidades posibilita un planeamiento del desarrollo de las mismas, al permitir que tanto los propios asentamientos como sus recursos estén en armonía con el entorno y no sean vulnerables o por lo menos sean menos vulnerables, garantizando así una mejor calidad de vida en la población.

En este capítulo se muestran los diferentes materiales en formato popular que fueron preparados para ser distribuidos en la población, tomando en cuenta enfoques etarios y de género, por ser los jóvenes y las mujeres dos estratos altamente vulnerables de la población. Al mismo tiempo, se utilizaron las propias estructuras creadas en los territorios en relación con los Centros de Gestión para la Reducción de Riesgos municipales, para incrementar sus niveles de conocimiento y percepción, a través de Talleres, en los que participaron los propios líderes comunitarios. Se comienza abordando el caso de la provincia de Santiago de Cuba para concluir con las diferentes

acciones de capacitación y divulgación de actividades realizadas en asentamientos vulnerables de la Guajira colombiana.

Parte de los resultados plasmados en este capítulo forman parte de dos proyectos internacionales, el primero de ellos es denominado “Fortalecimiento de la capacidad local en la gestión para la reducción de riesgos en la provincia Santiago de Cuba”, dirigido a la contribución del sistema de alerta temprana sobre este fenómeno natural en Santiago de Cuba, Guantánamo y Baracoa, territorios ubicados en la zona de mayor actividad sísmica del país. Este proyecto ha sido realizado con la participación de la Unión Europea, CARE France, Oxfam Bélgica y Handicap Internacional (Palomares, 2015). Liderado por el Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas, las diferentes tareas se ejecutaron en sus inicios en solo tres consejos populares del centro histórico de Santiago de Cuba. Posteriormente se abarcaron veintinueve de ellos en la misma provincia, así como nueve en la provincia de Guantánamo y cuatro más en la ciudad de Baracoa.

El segundo proyecto es el denominado “La gestión del riesgo como factor de gobernabilidad en ciudades costeras”. Este es un proyecto formulado entre Cuba y Colombia, financiado por Colciencias, que contó con la participación de profesores investigadores de la Universidad de Oriente, Corpoguajira y la Universidad Sergio Arboleda.

## 2. Actividad sísmica del 2016 en la región oriental

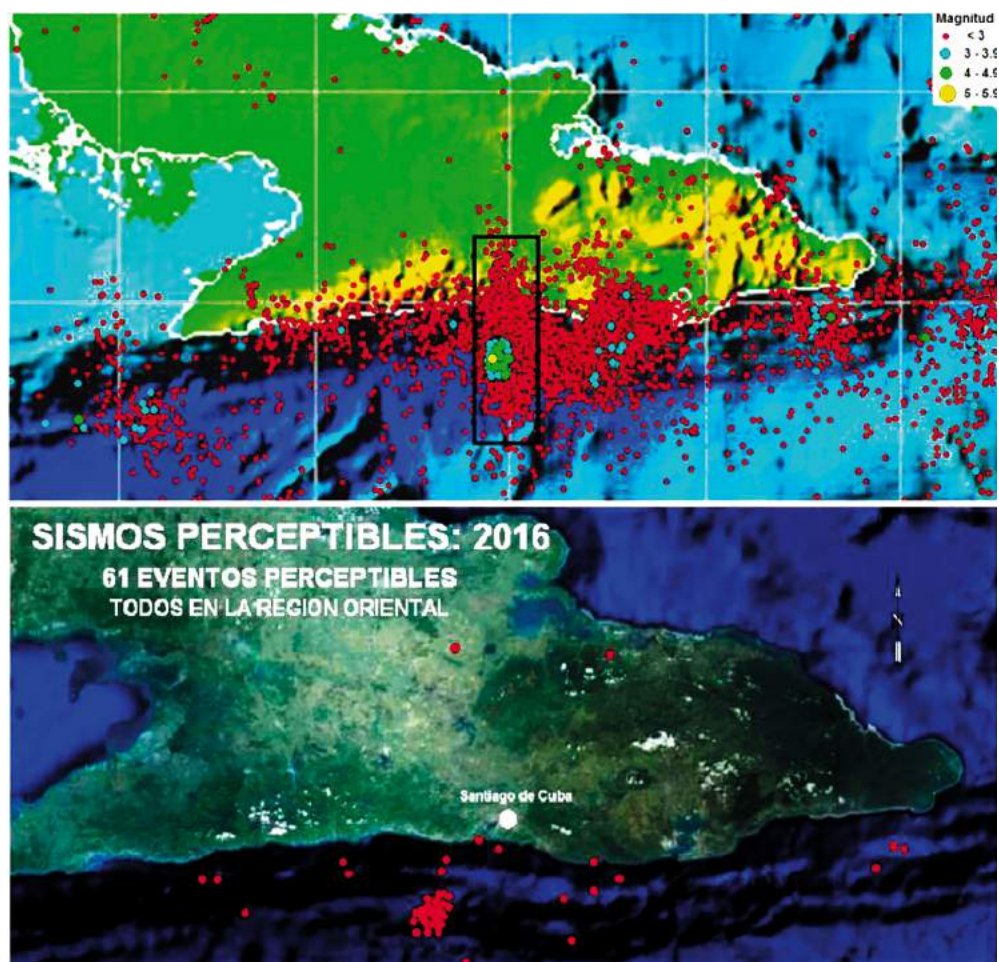
Durante el año 2016 ocurrieron varios sismos perceptibles en la región suroriental de Cuba. En las provincias de Santiago de Cuba



y Guantánamo se reportaron las mayores intensidades y afectaciones en algunas edificaciones, con la consiguiente alarma de la población, tal es el caso del sismo ocurrido el 17 de enero (magnitud  $M = 5.0$ ) y otras réplicas perceptibles (Figura 1). Esto hizo necesaria la impartición de conferencias en el territorio sobre ¿qué hacer ante la ocurrencia de sismos? y sobre las características de la sismicidad del territorio. También fue necesario crear videos-debates en centros de trabajo con la colaboración de la radio y la televisión provincial en estos temas. Estas actividades fueron ampliamente divulgadas y contribuyeron en la formación y tranquilidad de las comunidades.

### 3. Coordinaciones y actividades realizadas

En la ciudad de Santiago de Cuba, para enfrentar futuros eventos, se preparó un módulo de discos para cada comunidad intervenida, contentivo de investigaciones realizadas en la provincia vinculadas con los sismos. Paralelamente se diseñaron y publicaron textos de estudio sobre análisis, valoración, prevención y mitigación de fenómenos naturales; medio ambiente; así como videos didácticos relacionados con los terremotos.



**Figura 1.** Sismicidad del 2016 y terremotos perceptibles. En la parte superior se enmarca la serie que afectó sensiblemente a la población santiaguera, en el centro del rectángulo se notan los sismos más fuertes (Fuente: CENAI, 2017)

Todos estos materiales fueron distribuidos en los respectivos territorios y en diferentes instituciones que los utilizan como fuente de consulta sobre estos temas. Se realizaron fructíferos intercambios con las comunidades sobre la necesidad de conservar, actualizar y graficar la memoria histórica ante la ocurrencia de fenómenos naturales. Otro aspecto considerado en estos intercambios fue la necesidad de la colaboración de las comunidades en la recogida y primera valoración de datos macrosísmicos sobre los sismos perceptibles en los diversos Consejos Populares, ya que es más fácil y fiable obtener la información directamente de los individuos.

En relación con los sistemas de procesamiento cartográfico, se realizaron a nivel de cada municipio de la provincia de Santiago de Cuba coordinaciones de trabajo con las Direcciones Municipales de Planificación Física, con las que se intercambiaron experiencias sobre la formalización de las Bases de Datos Locales, necesidad de diferentes formatos de cartografía y la necesidad

de contar en esas bases, con datos de las Unidades Básicas de Intervención Territorial (UBIT) de, al menos, las cabeceras municipales con fines de análisis más profundos en la elaboración de los estudios de Peligros, Vulnerabilidades y Riesgos (PVR) (Ver Figura 2).

Durante todo el período de implementación de este proyecto, no se reportaron situaciones “anómalas” en los Consejos Populares objetos de estudio, generadas por sismos perceptibles y fuertes tales como fenómenos inducidos del tipo de deslizamientos y derrumbes. Estos fenómenos sólo aparecieron en otro período y sus consecuencias fueron generadas por lluvias intensas. No obstante, también se realizaron acciones de colaboración en ese tema, así como en inundaciones. Se realizaron varios talleres de desarrollo local como una forma de contribuir en la compilación y recuperación de la Memoria Histórica ante fenómenos naturales ocurridos en esos territorios (Figuras 3-6).



**Figura 2.** Imágenes creadas de sectores de cabeceras municipales con sus UBIT utilizando el Mapinfo 9.0. Izquierda: Poblado de Mayarí en el II Frente; Derecha: Poblado de La Maya en Songo – La Maya.





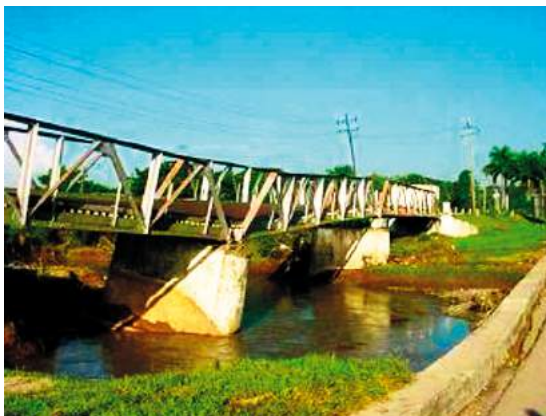
**Figura 3.** Imágenes de deslizamientos en la carretera de la Gran Piedra (vial con susceptibilidad al impacto de fenómenos naturales) catalizados por lluvias intensas.



**Figura 4.** Vistas de afectaciones producidas en la ciudad de Santiago de Cuba y sus alrededores por intensas lluvias, las que produjeron inundaciones y algunos deslaves en zonas susceptibles.



**Figura 5.** Vistas de las afectaciones producidas por un tornado de Categoría I en las comunidades de El Manguito y Los Reynaldo en el municipio Songo – La Maya, en septiembre del 2009.



**Figura 6.** Daños en el puente del río San Juan por lluvias intensas y deslave por lluvias intensas en Santiago de Cuba (Fuente: CENAI, 2016).

Durante las fases de aplicación del proyecto cubano coordinado por el CENAI, también se realizaron recorridos para caracterizar, en algunas de las comunidades de la provincia, el estado actual de los principales viales y sus puentes (Figura 7). Los niveles de susceptibilidad en estos sectores costeros cobran importancia en la temporada ciclónica, razón por la cual se colaboró, dentro del marco trabajo del grupo mul-

tidisciplinario provincial que acometió la tarea de los estudios PVR, los análisis de penetraciones del mar e intensas lluvias para los diferentes tramos viales. Con la colaboración del Cuerpo de Guardabosques, también se detectaron las zonas de mayor peligrosidad de incendios forestales para toda la provincia. Igualmente se apoyó en la digitalización y cartografía de los incendios forestales ocurridos en la provincia.



**Figura 7.** Estado de viales y puentes posterior al paso de eventos extremos visualizadas ante las comunidades del municipio Guamá.



## 4. Preparación y edición de materiales para socialización

Se realizó la selección de los temas y aspectos esenciales de los materiales didácticos de base educativos y de nivel comunitario. Se utilizó el nivel actual de conocimiento del peligro sísmico de la provincia al ser el más crítico y de mayor impacto psicológico en las comunidades. Sobre esta base se confeccionaron varios posters y afiches, así como numerosos folletos; todos con el lema “Ciencia y comunidad en la gestión de los riesgos naturales, una responsabilidad compartida” (Figura 8).

Todos estos materiales, así como otros también diseñados, (Figuras 9 y 10), se entregaron en todos los municipios de la provincia Santiago de Cuba gracias al financiamiento del proyecto. La Multimedia “Alerta Santiago”, se distribuyó en toda las instituciones de la provincia con datos de 12 amenazas naturales, contando con la cronología de ellos, fotos de afectaciones causadas en la provincia Santiago de Cuba y medidas que se debían tomar para evitar pérdidas de vidas.

Estos materiales se complementan con información adicional sobre ¿cómo construir de forma sismo-resistente?, con juegos para escolares donde se toman en consideración otros peligros hidrometeorológicos y antrópicos. También se consideraron los relacionados con la actualización de una Multimedia Informativa sobre Fenómenos Naturales de la provincia Santiago de Cuba. Los materiales circulados fueron inicialmente avalados por la Defensa Civil Nacional y sirvieron para fomentar el entrenamiento en temas de amenazas y riesgos en las comunidades de las tres provincias estudiadas, fomentando una cultura ambiental ante posibles desastres.

En relación con la realización de talleres de motivación, asesoramiento y estudio relacionados con la peligrosidad sísmica, deslizamientos, vulnerabilidad sísmica y otros fenómenos hidrometeorológicos; estos se realizaron considerando los intereses de los gobiernos municipales y de sus comunidades. Como apoyo al desarrollo del tema “Sismos en la región oriental”, se impartieron conferencias de Sismicidad, Peligrosidad Sísmica y Riesgo Sísmico en diferentes Talleres para fortalecer las estructuras de los grupos de estudios de



**Figura 8.** Materiales preparados y entregados en los municipios a través de los Centros de Gestión de Riesgos Municipales. Izquierda: poster; derecha: portada y contraportada del folleto. (Fuente: CENAI, 2017)





Figura 9. Poster y folleto preparados y entregados en los Consejos Populares con el apoyo y financiamiento de un proyecto CARE (Fuente CENAIS, 2017).



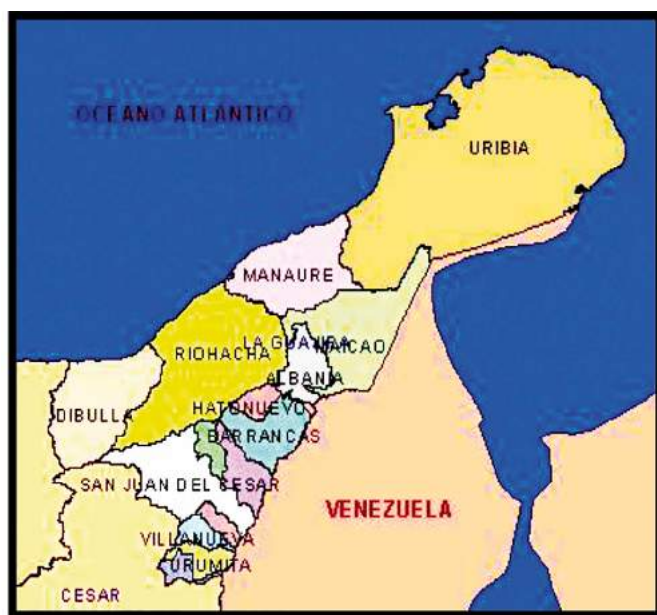
Figura 10. Portada y carátula de la Multimedia “Alerta Santiago” (Fuente CENAIS, 2017).

peligro, vulnerabilidad y riesgos. En estos programas de capacitación del personal se creó un grupo multidisciplinario de trabajo e intervinieron instituciones como la Cruz Roja cubana, y la Universidad de Oriente. También se prepararon niños y activistas comunitarios en temas de ayuda requerida hacia personas discapacitadas.

## 5. El Caso de la ciudad de Riohacha en la Guajira colombiana

La ciudad de Riohacha se ubica en la costa Caribe de Colombia. Limita al norte con el

Mar Caribe, al sur con los municipios de Hatonuevo, Barrancas, Distracción y San Juan del Cesar, y por el occidente con el municipio de Dibulla y el Mar Caribe, (Plan de desarrollo 2007), (Ver Figura 11). La extensión territorial del municipio costero es de 3.120 Km<sup>2</sup>. Atendiendo la división político-administrativa el municipio se compone de 10 Comunas Urbanas, 14 Corregimientos y 8 Resguardos Indígenas, siete de ellos pertenecientes a la Etnia Wayuu y, uno de la Sierra Nevada de Santa Marta compartido por las Etnias Kogui, Wiwa e Ika-Arhuaco-, (Gutiérrez Lubo y otros 2007).



**Figura 11.** Ubicación del municipio costero Riohacha, capital del departamento la Guajira. (Fuente: Plan de desarrollo de Riohacha 2008-2011; Milanés y otros, 2015)

El municipio Riohacha es muy vulnerable ante diferentes amenazas y en él se localizan varios ecosistemas frágiles importantes, así como más de 8 asentamientos costeros con alto riesgo a desastres naturales y tecnológicos. El POT (2001) identificó solo tres amenazas costeras para el municipio de Riohacha, las cuales se corresponden con 1) Zonas inundables; 2) Zonas de marea alta y mar de leva y 3) Zonas de erosión y deslizamientos de tierra.

Sin embargo, otras amenazas y vulnerabilidades están también presentes en el municipio donde destacan los eventos hidrometeorológicos (ciclones o huracanes, intensas lluvias, fuertes vientos y penetraciones del mar). El evento de mayor relevancia que afectó al territorio fue el huracán Joan, ocurrido en el mes de octubre del año 1988, con vientos sostenidos de más de 200 kilómetros por hora. A su paso por el territorio ocasionó daños materiales y físicos en todo el litoral del departamento de La Guajira, especialmente en las comunidades de Cangrejito y Villa Fátima, ubicados

en la zona Este del municipio objeto de estudio. Los pobladores manifiestan que se crearon montañas de arena de más de 4 metros de altura.

Un daño a la costa importante de origen antrópico y que se presenta en el municipio en todo el litoral, es la continua construcción de obras costeras denominadas espolones, algunas de ellas realizadas por la propia comunidad para “ganar” zonas de playas. Estas acciones se realizan sin estudios de oleaje, batimetría, ni dinámica costera y provocan serios procesos de acreción y erosión en la línea de costa circundante (ver Figura 12).

### ***5.1. La capacitación en temas de amenazas, vulnerabilidades y riesgos costeros en barrios y corregimientos de Riohacha***

En este territorio se realizaron diferentes salidas de campo para identificar el riesgo



**Figura 12:** Espolón construido en la zona costera de Riohacha. (Fuente: Google Earth 2010. Foto: Inciarte 2014 y Milanés 2015)

costero y reconocer los principales actores y líderes de cada barrio o comunidad indígena. A partir de esta información, se seleccionaron las cuatro comunidades más vulnerables cuyos integrantes asistieron a diferentes talleres de capacitación sobre las diferentes problemáticas costeras del lugar. Las comunidades seleccionadas fueron los Cangrejitos, Villa Fátima, el barrio José Antonio Galán y Puerto Caracol (Botero y Milanés 2015).

Las jornadas de capacitación duraron cuatro horas en las que se conceptualizaron y expusieron los términos de desastre, amenazas y riesgos. Se explicaron los fenómenos naturales más frecuentes en la región del Caribe. El cómo la población puede protegerse ante diferentes amenazas como las inundaciones costeras, los ciclones tropicales, los sismos, los deslizamientos de tierra, entre otros. Se explicaron además cuáles son los tipos de deslizamientos y sus posibles causas.

Se ilustraron varios videos educativos sobre cómo actuar antes, durante y después de ocurrir un sismo y ante la presencia de tsunamis. También se explicó con mayor nivel de detalle cómo se forma un tsunami y cuáles son los desastres tecnológicos que mayor impacto tienen sobre la población. En este aspecto se dio la oportunidad que la comunidad debatiera sobre sus principales problemas ambientales explorando las debilidades que presentan, sus principales riesgos y la forma en las que predican las amenazas. Finalmente se conceptualizó el término riesgo y se explicaron las acciones necesarias para una efectiva gestión del riesgo. En este aspecto también se conoció el criterio de la población sobre el cómo la comunidad actúa ante las emergencias y cómo se recupera tras el paso de un evento extremo (Milanés y otros 2015).

En las comunidades wayuu la capacitación fue impartida en español y traducida posteriormente en idioma wayunaiki gracias



a la colaboración de la trabajadora social. Finalmente se realizaron dos encuestas a la comunidad, fruto de los instrumentos diseñados como parte del proyecto, los cuales ya fueron anteriormente explicados. Los talleres fueron concertados con los líderes y fueron socializados previamente al evento con invitación puerta a puerta.

Una acción importante fue la generación del mapa de riesgo actualizado del municipio (Milanés y otros 2015). Este resultado, de conjunto con otros boletines elaborados e instrumentos de salida de campo, fueron entregados a Corpoguajira, no así a los diferentes líderes comunitarios, tema que hubiera sido de gran utilidad en la gestión del riesgo de las comunas analizadas.

Como parte de las actividades también se trabajó para efectuar una amplia divulgación informativa sobre los riesgos del municipio de Riohacha por medio de la prensa del municipio, internet y las emisoras radiales, sin embargo, a diferencia del caso cubano, no hubo ningún tipo de acción ni fondos disponibles, para el diseño y publicación de boletines, multimedia, poster y audiovisuales sobre los temas de peligros, vulnerabilidades y riesgos que en los asentamientos fueron identificados por los pobladores y las direcciones de las entidades gubernamentales visitadas.

## 6. Conclusiones

Todo el trabajo desarrollado en temas de entrenamiento y formación de capacidades ha contribuido a fortalecer las capacidades de las comunidades y los decisores de los territorios cubano y colombiano contribuyendo significativamente en la formación de una cultura comunitaria.

Los materiales preparados para el caso cubano han sido didácticos y constituyen elementos de apoyo que posibilitan reproducir esta experiencia en otras regiones del país y del mundo. A estos productos se le deberán incorporar las características específicas de cada región.

El proyecto cubano generó materiales de sensibilización de la población y las autoridades locales acerca de la actuación de las familias, sobre qué hacer antes, durante y después de la ocurrencia de un sismo, así como otras acciones de fácil asimilación en barrios, con debates y talleres comunitarios.

Las actividades de extensión fueron aplicadas en escuelas y centros de labor. En la realización de cursos especializados intervinieron un grupo multidisciplinario bajo la coordinación de la Universidad de Oriente.

Se reconoce una baja gestión del riesgo en la zona costera del municipio de Riohacha. Las medidas actuales para prevenir o mitigar las amenazas naturales y antrópicas sobre la zona costera, en beneficio de la protección de las comunidades ancestralmente arraigadas, son muy escasas.

Los recorridos de campos realizados en Riohacha permitieron determinar las principales amenazas, vulnerabilidades y riesgos costeros del municipio piloto. En una primera fase se recogieron las impresiones de la población sobre los eventos catastróficos a los que se han visto sometidos por la acción de la naturaleza.

Los cursos de capacitación ofrecidos en las comunidades costeras de Riohacha (Los Cangrejitos, Villa Fátima, José A. Galán y Puerto Caracol) fomentaron el conocimiento de la población sobre elementos conceptuales referido a los términos de amenazas, vulnerabilidades y riesgos costeros.

También de manera participativa se obtuvo información relevante para el diagnóstico del municipio y, se dieron a conocer algunos casos de estudio sobre el cómo actuar ante la llegada de diferentes eventos naturales. A su vez se trabajó para efectuar una amplia divulgación informativa sobre los riesgos del municipio por medio de la prensa y las emisoras radiales, no siendo efectivo el desarrollo de otras importantes acciones como la impresión y distribución de materiales divulgativos en temas de riesgos en las diferentes escuelas o, las charlas presenciales en estas instituciones educativas.

## Referencias

- Botero, C. y Milanés Celene (eds) (2015): APORTES PARA LA GOBERNANZA MARINO-COSTERA. Gestión del riesgo, gobernabilidad y distritos costeros. 554 p. Fondo de publicaciones de la Universidad Sergio Arboleda, Santa Marta, Colombia. ISBN: 978-958-8866-67-3. (Versión rústica). ISBN: 978-958-8866-68-0. (Versión pdf).
- Chuy, T. J (2010): Acerca del comportamiento reciente de la sismicidad de Cuba. Memorias de la II Convención Internacional de Ingeniería en Cuba II CIIC 2010. Ciudad Habana. Editorial Obras. ISBN 978-959-247-077-4. Memorias del V TIARD en la II Convención Internacional de Ingeniería en Cuba II CIIC 2010. ISBN 978-959-261-317-1.
- Chuy, T. J (2010): Experiencias obtenidas en la formación profesional de los ingenieros y arquitectos utilizando el conocimiento de la sismicidad y peligro sísmico de Cuba. Memorias de la II Convención Internacional de Ingeniería en Cuba II CIIC 2010 Ciudad Habana. Editorial Obras. ISBN 978-959-247-077-4.
- Chuy, T. J (2003): Macrosísmica de Cuba: su aplicación en los estimados de peligrosidad sísmica. En: Revista "Geología y Minería", Vol. XIX, Nos. 1 – 2. ISBN 0258 5979. pp. 43 – 50.
- Chuy, T. J (2000): Estimados de peligrosidad y microzonación sísmica de Cuba utilizando terremotos perceptibles. En: Sismos perceptibles, Peligro y Vulnerabilidad Sísmica en Cuba. Editorial Academia. La Habana. ISBN 959-02-0243-8. pp 7 – 50.
- Chuy, T. J., Puente, G., Borges, O., Planas, J. A., Calderín, C., Alcántara, F., Imbert, C., Pérez, O., Rivera, Z. C., Salas, A., Cintra, M., Villalón, M. y Vázquez, J. C (2009): La valoración de escenarios en la gestión de disminución de riesgos. Caso Santiago de Cuba. Libro: Salud y Desastres. Experiencia cubana (colectivo de autores). Editorial Ciencias Médicas "ECIMED". ISBN 978-959-212-546-9 Tomo I. Cap. 18, pp. 152 – 159.
- Chuy, T. J., Puente, G., BORGES, O., PLANAS, J. A., CALDERÍN, C., ALCÁNTARA, F. e IMBERT, C. (2009): Escenarios bajo riesgo: caso Santiago de Cuba. Memorias del VI Coloquio MEDI Eco'2008. Registro No. 2700 del 2009, Bibliografía Médica Cubana, Base de Datos CUMED. ISBN 978-959-7158-81-3.
- Chuy, T. J., Puente, G., Calderín, C., Borges, O., Rivera, Z. C., Salas, A., Planas, J. A., Alcántara, F., Imbert, C., Cintra, M., Pérez, O., Villalón, M., Vázquez, J. C (2007): Valoración de escenarios bajo riesgo como premisa para el desarrollo sostenible. Caso Santiago de Cuba. Memorias de la II Convención Cubana de Ciencias de la Tierra. ISBN 978 – 959 – 7117 – 16 – 2. Ciudad Habana. 9 pp.
- Chuy, T. J (2005): Sismos perceptibles y criterios sobre el peligro sísmico de Cuba. Memorias del X Congreso Colombiano



- de Geología. Colombia. ISBN 958-701-558-4. 11 pp.
- Iturralde-Vinent, M. A., Batista, R., Casañas, X., Chuy, T. J., Díaz, J. A., Facundo, R., González, B. E., Pérez, C., Rodríguez, M., Tenreyro, R. y Valladares, S. (2009): Geología de Cuba para todos. Libro de la Editorial Científico – Técnica. La Habana. ISBN 978-959-05-0517-1. 150 pp.
- Inciarte Duran José Leonel (2014): Gestión del riesgo en la zona costera del municipio de Riohacha, Departamento de la Guajira, Caribe Colombiano. Tesis para optar por el grado de Máster en Manejo Costero Integrado. Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia.
- Milanés Batista Celene, Mirian ARRIZABALGA y Leonel INCIARTE (2015): Riesgo costero en Riohacha: municipio piloto para evaluar la gestión del riesgo en Colombia. En Botero, C. y Milanés Celene. (eds). APORTES PARA LA GOBERNANZA MARINO-COSTERA. Gestión del riesgo, gobernabilidad y distritos costeros. 554 p. Fondo de publicaciones de la Universidad Sergio Arboleda, Santa Marta, Colombia. ISBN: 978-958-8866-67-3. (Versión rústica). ISBN: 978-958-8866-68-0. (Versión pdf).
- Milanés Batista Celene, Darío CANDEBAT, Vivian Aymeé Milanés CLAVIJO y Ofelia PÉREZ M (2015): Algunas experiencias en la práctica de la gestión del riesgo en Santiago de Cuba. 505-455p. En Botero, C. y Milanés Celene. (eds). APORTES PARA LA GOBERNANZA MARINO-COSTERA. Gestión del riesgo, gobernabilidad y distritos costeros. 554 p. Fondo de publicaciones de la Universidad Sergio Arboleda, Santa Marta, Colombia. ISBN: 978-958-8866-67-3. (Versión rústica). ISBN: 978-958-8866-68-0. (Versión pdf).
- Palomares Eduardo (2015). Fortalecen sistema de alerta temprana sobre sismos. Periódico Granma en <http://www.granma.cu/cuba/2015-11-08/fortalecen-sistema-de-alerta-temprana-sobre-sismos> acceso el 12 de agosto de 2016
- Planas, J. A., CHuy, T. J., PÉREZ, O. y RAMÍREZ, A. (2009): Lecciones aprendidas y recomendaciones para el ordenamiento y la gestión energética ambiental en zonas costeras en la región sur oriental de Cuba. Caso de estudio Baconao. Memorias de IV Conferencia Internacional de Manejo Integrado de Zonas Costeras. ISBN: 978-959-207-363-0.
- Pot (2008): Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Riohacha, Guajira. Documento Técnico de Soporte., 131 pp.
- Rosabal, S. Y., Infante, Y., Villalón, M. y Chuy, T. J. (2010): Peligro geológico por deslizamientos en el municipio II Frente. Memorias de la II Convención de las Ingenierías de las Geociencias y la Química. Ciudad Habana. ISBN 978-959-247-075-0.
- Zapata, J. A., Rosabal, S. Y., Morejón, G., Márquez, P. I., Labiste, M., Prieto, I. M. y Chuy, T. J. (2009): Modelación de los potenciales impactos ambientales negativos sobre la comunidad y el entorno por terremoto severo en Santiago de Cuba. Memorias de la 3ra Convención Cubana de Ciencias de la Tierra. ISBN 978 – 959 – 7117 – 19 – 3.

## CAPÍTULO 6

# Amenazas naturales e inducidas en la región Suroriental de Cuba: sus consideraciones para la gestión de riesgos

*Celene Milanés Batista\**  
*Tomás J. Chuy Rodríguez\*\**  
*Ana Lourdes Brito\*\*\**

\* Departamento de Civil y Ambiental. Universidad de la Costa. Colombia.

\*\* Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas (CENAIIS). Cuba.

\*\*\* Instituto de Meteorología Provincial (INSMET-Santiago de Cuba).

### Resumen

El incremento de las actuales amenazas de origen natural y antrópicas en la región Suroriental de Cuba y la vulnerabilidad de la misma ante distintos tipos de fenómenos extremos como son los fuertes terremotos, los eventos de carácter ingeniero-geológicos, los periodos de severas sequías y, las inundaciones costeras por penetraciones del mar e intensas lluvias generados por ciclones tropicales, que provocan en ocasiones deslizamientos y desprendimientos, hacen que la población y las diversas instalaciones del territorio hayan sufrido con frecuencia significativos daños y estén expuestas a grandes riesgos. En la actualidad cobra una especial importancia el análisis de estos fenómenos naturales y sus formas de mitigarlos, no sólo por los daños a las poblaciones que estos eventos ocasionan, sino también por las grandes pérdidas económicas que traen aparejados. El capítulo que se presenta tiene como objetivo relacionar algunas de las amenazas más latentes en la región Suroriental de Cuba y, sobre la base de este conocimiento, ofrecer varias recomendaciones imprescindibles para enfrentar de forma óptima la adecuada respuesta ante estos eventos.

## 1. Introducción

Cuba es un pequeño país insular del Caribe que enfrenta importantes amenazas ambientales y naturales. La región Suroriental de Cuba, por su posición geográfica al sureste de la isla, en contacto directo con el Mar Caribe, ha sido impactada por numerosos fenómenos naturales, entre los que se encuentran los eventos hidrometeorológicos extremos y dentro de ellos los frecuentes huracanes. Dada su alta vulnerabilidad ante estas amenazas y

su impacto en el territorio, los cuales en ocasiones derivan en desastres, se induce la necesidad de explorar nuevas investigaciones encaminadas a desarrollar diferentes acciones para minimizar el impacto de estos eventos, los que afectan sobre todo a los asentamientos costeros localizados en la primera línea de costa.

Se considera *asentamientos costeros* a todo asentamiento humano ubicado especialmente en vínculo directo con la línea de costa, donde se produce el impacto directo de las penetraciones del mar por concepto de los fenómenos acompañantes de eventos meteorológicos severos como la ola de surgencia de ciclones tropicales y huracanes, o el oleaje generado por el viento. Se reconoce como zona de mayor impacto, aquella constituida por los primeros cien metros desde la línea de costa y con una altura sobre el nivel medio del mar igual o inferior a un metro (AMA, 2014). A los efectos de las investigaciones llevadas a cabo por el Grupo de Evaluación de Riesgo de la Agencia de Medio Ambiente del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de Cuba, (Citma), se considera asentamientos humanos costeros, a todos aquellos que, aun encontrándose a más de 1000 metros expresados, pueden verse afectados por las penetraciones del mar con una probabilidad de ocurrencia inferior, con valores mayor que un metro y menor a siete metros, y en profundidad mayor de 1000 metros y menor de 10 mil metros.

Sin embargo, Milanés (2014) declara que se considera asentamiento humano costero a todo aquel asentamiento que, aun cuando esté localizado fuera de la primera línea de costa, sus habitantes interactúan directa o indirectamente con los recursos costeros.

Los asentamientos costeros ubicados en la región Suroriental de Cuba presentan una

alta vulnerabilidad ante diferentes amenazas de origen natural, es por ello que se impone el conocimiento e impacto de estos eventos que en algunos casos pudieran ocasionar desastres.

## 2. Desarrollo

### 2.1. Peligrosidad sísmica de la región Suroriental de Cuba

Los terremotos, sismos o temblores de tierra, originados por la liberación súbita de la energía acumulada durante los procesos de deformación de la corteza terrestre, no constituyen eventos aislados en Cuba. Sin embargo, a pesar de que existe una adecuada información acerca de las causas y consecuencias de estos fenómenos naturales, muchas veces ese conocimiento no ha sido interpretado claramente por los decisores, que no toman las medidas de precaución necesarias.

Terremotos moderados e incluso pequeños, pueden tornarse catastróficos cuando ocurren en lugares con una infraestructura no preparada para recibir su impacto. La ocurrencia de un terremoto potencialmente destructivo, puede tener consecuencias graves para el desarrollo sostenible del territorio, por lo que el conocimiento de los factores amenazantes permite adoptar las medidas adecuadas para enfrentar estas violentas manifestaciones de la naturaleza.

La sismicidad de la región Suroriental de Cuba presenta la particularidad de dos formas de génesis: de “entre placas” y de “interior de placa”. Ambos tipos de sismicidad corresponden a la actividad sísmica que se genera en estructuras tectónicas distribuidas en todo nuestro territorio. Esto significa que en esta zona del país

no existe el mismo nivel de potencialidad sísmica en todas sus partes, destacándose en el primer tipo la región Suroriental, por la frecuencia con que ocurren en ella terremotos con valores altos de magnitud e intensidad alcanzados históricamente. Por estas razones, esta región, es considerada la de mayor peligrosidad sísmica de la nación cubana. La misma se corresponde con la estructura de Bartlett–Caimán; señalándose en ella 22 reportes de terremotos fuertes (Chuy, 1999), de ellos 20 en el sector Chivirico–Baconao de la provincia de Santiago de Cuba y 2 en el sector Pílon–Cabo Cruz.

Es de especial interés significar que, de estos sismos fuertes ocurridos en Santiago de Cuba, 2 de ellos produjeron intensidad 9.0 MSK en áreas de la provincia, reportándose en ambos considerables daños en toda la región oriental. Así también, que los más recientes que han afectado a toda esta zona en su conjunto, se reportan en 1932 y 1947 para la ciudad de Santiago de Cuba. El primero de ellos devastó la citada ciudad.

Utilizando el nivel actual de conocimiento que se tiene de las zonas sismogénicas

y los efectos producidos por terremotos perceptibles y fuertes durante la historia sísmica de Cuba, se han obtenido estimados de peligrosidad sísmica en términos de intensidad sísmica y otros parámetros dinámicos tales como la aceleración horizontal, tanto en forma de probabilidades, como de forma determinística (Álvarez et al, 2015). Este último se refleja en los periodos de repetibilidad o de recurrencia, donde determinados valores de intensidad sísmica pueden repetirse cada cierto número de años (Figura 1).

La posibilidad de deslizamientos catalizados por terremotos fuertes para la región Suroriental de Cuba es muy alta. Los movimientos de laderas (deslizamientos, derrumbes) cualquiera que sea su origen, constituyen uno de los peligros geológicos de mayor impacto. No obstante, el hecho de que tengan su aparición de manera muy localizada, así como que se produzcan en áreas de baja densidad de población, ha motivado que no siempre se le preste la atención que corresponde. En Santiago de Cuba, en ocasión de terremotos fuertes, se han reportado deslizamientos dentro del



**Figura 1.** Mapa de peligrosidad sísmica de Cuba. (Fuente: Álvarez et al, 2015).

área de la ciudad y sus alrededores, siendo el ejemplo más significativo el ocurrido en 1947, aunque en ocasión del terremoto de Pílon de 1976, se produjeron varios deslizamientos en la carretera Granma (Álvarez et al, 1984). Es de significar, que en ocasión de lluvias extremas, en este vial se han producido también deslizamientos que han bloqueado el paso vehicular.

Las principales afectaciones relacionadas con las fallas activas ante la ocurrencia de un sismo fuerte están dadas por el hecho de que éstas constituyen zonas débiles en la superficie, en las que se producen incrementos de la intensidad sísmica. Utilizando este tipo de consideración se confeccionan *Mapas de Inestabilidad Tectónica*, en los que se toma un ancho de afectaciones respecto de las trazas, para las fallas principales de 200 metros y para las secundarias de 100 metros (García et al, 2002). Es significativo que toda la región Suroriental se encuentra paralela al sistema de fallas Oriente, frontera de dos placas litosféricas y causante de la mayoría de los terremotos fuertes de Cuba.

La susceptibilidad de licuefacción por efectos de terremotos es también alta en el territorio. El grado de intensidad de 8.0 en la escala MSK, puede ser usado como la primera intensidad peligrosa para que ocurra este fenómeno, aunque depende de la susceptibilidad propia de cada tipo de suelo. En particular, los más susceptibles son las arenas y los sedimentos arenosos, aunque puede aparecer en suelos arcillosos dependiendo de la granulometría. Este elemento debe ser tenido en cuenta fundamentalmente, en los planeamientos de uso de las zonas costeras para la construcción de instalaciones turísticas.

## 2.2. *Ciclones tropicales en la región Suroriental de Cuba*

Para muchos, un ciclón tropical es un fenómeno espectacular. Algunos suelen afirmar que los efectos que provocan son los más devastadores de todos los fenómenos atmosféricos. Las cantidades de energía que arrastra y desprende un evento de estas características son en ocasiones extremadamente grandes. Un ciclón suele tener una extensión de entre 300 y 500 kilómetros o más, de forma espiral. La presión central, en lo que se denomina “ojo” del huracán o ciclón es muy baja. Las causas de las grandes pérdidas económicas y de vidas humanas son debido a que estos fenómenos van acompañados de fuertes vientos, lluvias torrenciales, y son generadores de grandes olas e inundaciones costeras por penetraciones del mar.

Como fue descrito anteriormente, el archipiélago cubano se encuentra situado en el Mar Caribe y próximo al límite oriental del Golfo de México, perteneciente a la cuenca oceánica del Atlántico Norte. Esta zona geográfica clasifica en el cuarto lugar mundial en cuanto a la formación de ciclones tropicales. Las características de los huracanes en la región, fueron analizadas en 100 años tomando como centro la bahía de Santiago de Cuba a partir de 1900, encontrándose que sólo en este período cruzaron a 150 km o menos de distancia, 28 organismos ciclónicos, de los cuales, 2 llegaron a ser de categoría V en la escala de Saffir – Simpson y 5 de categoría IV (Chuy y González, 2005). El paso de estos ciclones trajo serias afectaciones económicas al país, (Ver Tabla 1).

El impacto de los ciclones tropicales, generalmente se extiende sobre una amplia zona



**Tabla 1.** Afectaciones por ciclones tropicales en Cuba. (Fuente: CUBA, 2010)

AFECTACIONES POR CICLONES TROPICALES (en millones de pesos CUP / 24 CUP = 1 USD)			
Año/huracanes	Total	Gastos medidas preventivas	Costo reposición de viviendas
<b>2004</b>	<b>2.145,8</b>	<b>48,5</b>	<b>485,1</b>
Charley (Agosto)	1.222,7	9,1	432,6
Iván (Septiembre)	923,1	39,4	52,5
<b>2005</b>	<b>3.036,0</b>	<b>117,2</b>	<b>1.074,8</b>
Dennis (Julio)	2.124,8	18,7	1.026,1
Rita (Septiembre)	207,0	25,0	3,1
Wilma (Octubre)	704,2	73,5	45,6
<b>2006</b>	<b>95,1</b>	<b>15,2</b>	<b>24,6</b>
Ernesto (Septiembre)	95,1	15,2	24,6
<b>2007</b>	<b>1.155,4</b>	<b>12,8</b>	<b>364,4</b>
Intensas lluvias y tormenta tropical Noel (Octubre)	1.155,4	12,8	364,4
<b>2008</b>	<b>9.759,3</b>	<b>137,7</b>	<b>4.983,8</b>
Fay (Agosto)	37,8	1,6	16,8
Gustav (Septiembre)	2.096,7	30,9	1.121,5
Ike (Septiembre)	7.325,3	95,9	3.764,7
Paloma (Noviembre)	299,5	9,3	80,8

ocasionando mortalidad, lesiones y daños a la propiedad, resultantes de la acción de los fuertes vientos y las intensas lluvias. A menudo, eventos secundarios como marejadas, deslizamientos, inundaciones y tornados, exacerbaban los efectos de esos fenómenos (Steadman, 1984). Aunque los mejores sistemas de alerta han evitado o reducido las muertes en la mayoría de las áreas del mundo propensas a ciclones, los elementos meteorológicos, el crecimiento de la población y los asentamientos humanos en zonas costeras continúan elevando el riesgo de mortalidad y morbilidad relacionada con estos eventos.

La región Suroriental de Cuba también se encuentra ubicada en una de las seis regiones ciclogénicas del planeta, en la cual se forma aproximadamente el 11% de los

ciclones tropicales,<sup>9</sup> superada sólo por las regiones de Australia y del norte del Pacífico, (Ballester y otros, 2010). La temporada de huracanes en la región Suroriental, se extiende desde el 1 de junio hasta el 30 de noviembre, aunque dependiendo de cada zona, las mayores frecuencias se concentran en diferentes meses. En la provincia de Santiago de Cuba, por ejemplo, los meses de septiembre, agosto y octubre son los más significativos (Chuy y González, 2005).

Para evaluar el comportamiento de la actividad ciclónica en la región Suroriental de Cuba en el período 1900-2016, se elaboró

<sup>9</sup> A los efectos de esta evaluación, el término de ciclón tropical se utiliza para hacer referencia a aquellos organismos que alcanzaron la categoría de tormenta tropical (viento máximo sostenido entre 34 y 63 nudos) o de huracán (viento máximo sostenido igual o mayor que 64 nudos). Así, el estadio de depresión tropical (viento máximo sostenido entre 17 y 33 nudos) queda excluido.

una cronología de Ciclones Tropicales, la cual permitió determinar la conducta de los ciclones tropicales en la zona de estudio, los que, según la intensidad de sus vientos se clasifican en Depresión Tropical (DT),

Tormenta Tropical (TT) y Huracanes (H1, H2, H3, H4, H5), (Brito y otros 2010), (Ver Tabla 2). Si tenemos en cuenta la categoría, las tormentas tropicales son las más comunes en la región.

**Tabla 2.** Cronología de los ciclones tropicales que han afectado a la región Suroriental de Cuba en el periodo 1900-2016.

No.	Nombre	Año	Mes	Día	Categoría
1	Sin Nombre	1900	Agos	27-15	H 1**
2	Sin Nombre	1901	Jul.	1-10	T. T
3	Sin Nombre	1901	Sep.	13-16	T. T
4	Sin Nombre	1903	Agos.	6-16	H2
5	Sin Nombre	1904	Jun.	13-14	H1**
6	Sin Nombre	1905	Oct.	1-13	T. T
7	Sin Nombre	1908	Sep.	28-1	H2**
8	Sin Nombre	1909	Agost.	23-25	H2**
9	Sin Nombre	1909	Sep.	13-22	D.T
10	Sin Nombre	1909	Nov.	10-12	H1
11	Sin Nombre	1910	Agos	23-29	D.T**
12	Sin Nombre	1910	Sep.	5-15	H1
13	Huracán de Jamaica	1912	Nov.	18-19	H1
14	El Huracán de 1915	1915	Agost.	12-15	H3
15	Sin Nombre	1916	Agost	12-20	T. T
16	Sin Nombre	1917	Sep.	20-30	H3
17	Sin Nombre	1924	Nov.	5-14	TT**
18	Sin Nombre	1927	Oct.	17-19	TT**
19	Sin Nombre	1928	Agos.	7-19	H1**
20	Sin Nombre	1930	Agos.	31-17	TT**
21	Sin Nombre	1931	Sep.	8-16	T. T
22	Sin Nombre	1932	Sep.	25-3	T. T
23	Sin Nombre	1933	Jul	14-20	T. T
24	Sin Nombre	1933	Oct.	25-7	H1**
25	Sin Nombre	1934	Oct.	19-23	T. T
26	Sin Nombre	1935	Oct.	19-27	H2**
27	Sin Nombre	1939	Oct.	29-6	TT**
28	Tropical Store 9	1942	Oct.	13-18	TT**
29	Sin Nombre	1944	Agos.	16-24	H4
30	Hazel	1945	Oct.	12-13	T. T
31	Huracán 11.	1949	Oct	12-19	TT**

No.	Nombre	Año	Mes	Día	Categoría
32	Huracán King	1950	Oct.	13-19	H1
33	Charlie	1951	Agost.	12-23	H2
34	Hilda	1955	Sep.	10-20	H1**
35	Ella	1958	Agos.	30-6	H2**
36	Gerda	1958	Sep.	13-15	T. T
37	Gerda	1961	Oct.	16-22	D.T
38	Flora	1963	Oct.	4-8	H2**
39	Cleo	1964	Agos	20-5	H2**
40	Inez	1966	Sep.	21-11	H1**
41	Caroline	1975	Agust.	24-1	D.T**
42	Eloise	1975	Sep.	13-24	T.T**
43	Claudette	1979	Jul.	15-29	D.T
44	David	1979	Agost.	25-8	H1
45	Frederick	1979	Sep.	6-10	D.T**
46	Allen	1980	Jul	31-11	H1
47	Arlene	1981	May	6-9	T. T
48	Elena	1985	Agost.	28	D.T**
49	Gilbert	1988	Sep.	12-14	H1
50	Huracán Gordon	1994	Nov.	8-21	T.T**
51	Huracán Georges	1998	Sep.	15-19	H1**
52	Huracán Debby	2000	Agost.	13-24	T. T
53	Huracán Helene	2000	Sep.	15-25	D.T
54	T.T Isidore	2002	Sep.	18-22	T. T
55	Huracán Lili	2002	Sep.Oct	21-4	T. T
56	Huracán Ivan	2004	Sep.	7-12	H1
57	Huracán Dennis	2005	Jul.	5-8	T. T
58	Huracán Emily	2005	Jul.	11-25	H1
59	Huracán Wilma	2005	Oct.	15-17	T. T
60	Huracán Ernesto	2006	Agost.	24-01	T.T**
61	Huracán Dean	2007	Agost.	13-23	T. T
62	T.T. Noel	2007	Oct.	29-2	T.T**
63	T.T Olga	2007	Dic.	10-16	T. T
64	T.T. Fay	2008	Agost.	15-26	T. T
65	Huracán Gustav	2008	Agost.	25-04	T. T
66	Huracán Ike	2008	Sep.	1-15	T. T
67	H. Paloma	2008	Nov.	5-14	T. T
68	Huracán Sandy	2012	Octubre	25	H***
69	Huracán Matthew	2016	Octubre	1-5	H****.*

**Nota:** En la temporada 2009 y 2010 no hubo afectaciones a la provincia Santiago de Cuba

\* Representa la categoría con la que cruzaron o tocaron tierra en Santiago de Cuba.

Como se aprecia en la Tabla 2, la actividad ciclónica en el período ha sido afectada por 69 ciclones tropicales, de ellos 40 Tormentas Tropicales y 28 Huracanes, que por categorías se dividen en H1=17, H2=7, H3=2, H4=1 y H5=0.

Al analizar la cronología de los ciclones tropicales que han afectado a la provincia de Santiago de Cuba, directa o indirectamente con al menos uno de sus tres peligros asociados (*fuertes vientos, lluvias intensas, inundaciones costeras*), (Ver Tabla 3) se destacan: Hilda, categoría I (1955); Ella, ca-

tegoría II (1958); Flora, categoría III (1963); Inés, categoría I (1966), Dennis, categoría IV (2005) e Ike, categoría IV (2008). Hay que subrayar que los únicos dos huracanes cuyos centros han pasado próximos a la ciudad de Santiago de Cuba antes de Sandy, fueron el Ella, en 1958 e Inez en 1966. El Flora de 1963 impactó fundamentalmente por las torrenciales lluvias que dejó a su paso por la región oriental de Cuba (1 800 mm en 72 horas, que equivalen a la lluvia promedio de un año). La tabla 3 muestra los ciclones tropicales que han pasado específicamente por la ciudad de Santiago de Cuba.

**Tabla 3:** Cronología de los Ciclones Tropicales que han afectado a Santiago de Cuba en el período 1981 a 2016.

No.	Nombre	Año	Mes	Día en que afectó	Categoría de afectación
1	Arlene	1981	May	8-9	D.T
2	Elena	1985	Agost.	28	D.T
3	Gilbert	1988	Sep.	29	H1
4	Gordon	1994	Nov.	13-14	T. T
5	Georges	1998	Sep.	23-24	H1
6	Debby	2000	Agost.	24	T. T
7	Helene	2000	Sep.	19	D.T
8	T.T Isidore	2002	Sep.	18-19	T. T
9	Lili	2002	Sep.Oct	28-30	T. T
10	Ivan	2004	Sep.	10-12	H1
11	Dennis	2005	Jul.	7-8	T. T
12	Emily	2005	Jul.	16-17	H1
13	Wilma	2005	Oct.	14-19	T. T
14	Ernesto	2006	Agost.	28-29	T. T
15	Dean	2007	Agost.	19-20	T. T
16	T.T. Noel	2007	Oct.	30-1	T. T
17	T.T Olga	2007	Dic.	12-13	T. T
18	T.T. Fay	2008	Agost.	17-18	T. T
19	Gustav	2008	Agost.	27-29	T. T
20	Ike	2008	Sep.	8	T. T
21	Paloma	2008	Nov.	9-12	T. T
22	Emily	2011	Agost.	5-6	D.T
23	ISAAC	2012	Agost.	25-26	D.T
24	Sandy	2012	Oct.	24-25	H3
25	Matthew	2016	Octubre	1-5	H4 a 5

Cuando se analiza el comportamiento de los Ciclones Tropicales por meses se observa que estos presentan una marcada estacionalidad (Ver Figura 2). El mes de mayor frecuencia es septiembre, seguido por agosto y octubre para el caso de las Tormentas Tropicales. Para el caso de los huracanes, agosto es el mes de mayor incidencia, seguido de septiembre y octubre. En esta **época es donde se refuerzan los sistemas de alertas** tempranas y las medidas de prevención por parte de las autoridades del territorio.

La afectación de ciclones tropicales anualmente al área de interés es muy variable y con una tendencia creciente tanto en cantidad como en intensidad, con totales que van desde cero hasta 4 tormentas tropicales en años significativos como el 2007 y 2008 (Ver Figura. 3), y desde cero hasta 1 para el caso de los huracanes, ejemplo en 1988, 1998, 2004, 2005, 2012, 2016. Este último año fue el más intenso donde pasó el Huracán Sandy

con Categoría 3 que atravesó esta área geográfica (Ver Figura. 4). Se observa además una tendencia al aumento en la frecuencia de afectación de estos organismos a partir de 1998. Se cuenta con 64 años en que no ha sido afectada para un 57.7% del total de años analizados. Observamos además períodos en que la provincia no fue afectada por ningún Ciclón Tropical como es el caso de 1918-1923 con 6 años, de 1967-1974 con 8 años y 1989-1997 con 9 años.

Puede ocurrir que un ciclón pase fuera del área directa de afectación y provoque daños a la economía de la región. Esto depende de la trayectoria y su categoría. En el año 2004, el huracán Iván pasó por el Sur de Jamaica y sin embargo provocó penetraciones del mar en el litoral santiaguero con pérdidas económicas de cierta consideración, especialmente en el sector turístico costero. Esta experiencia se repitió con el Dennis al año siguiente en los mismos lugares.

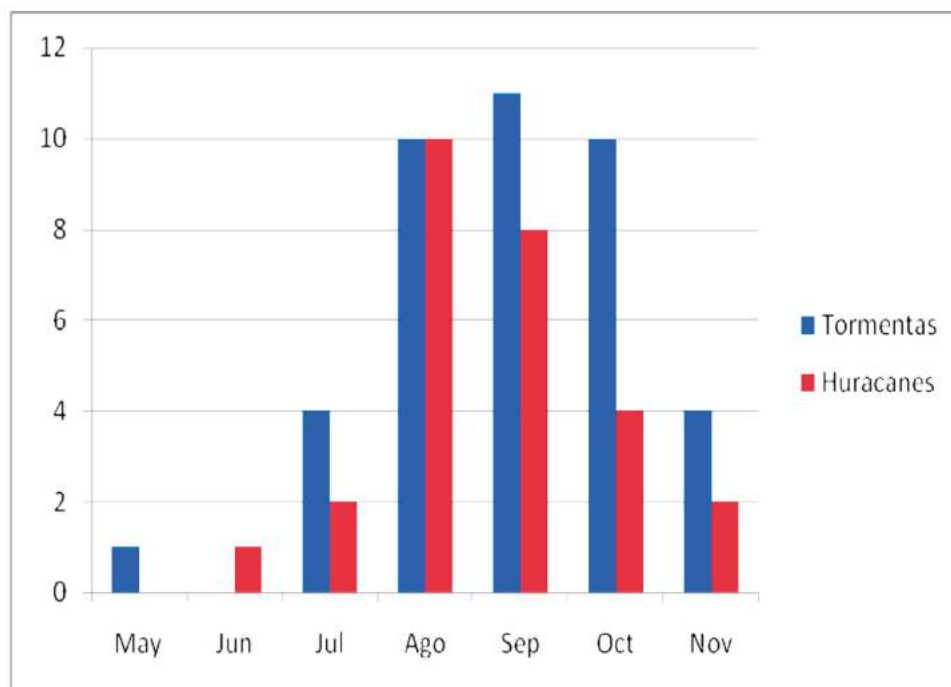
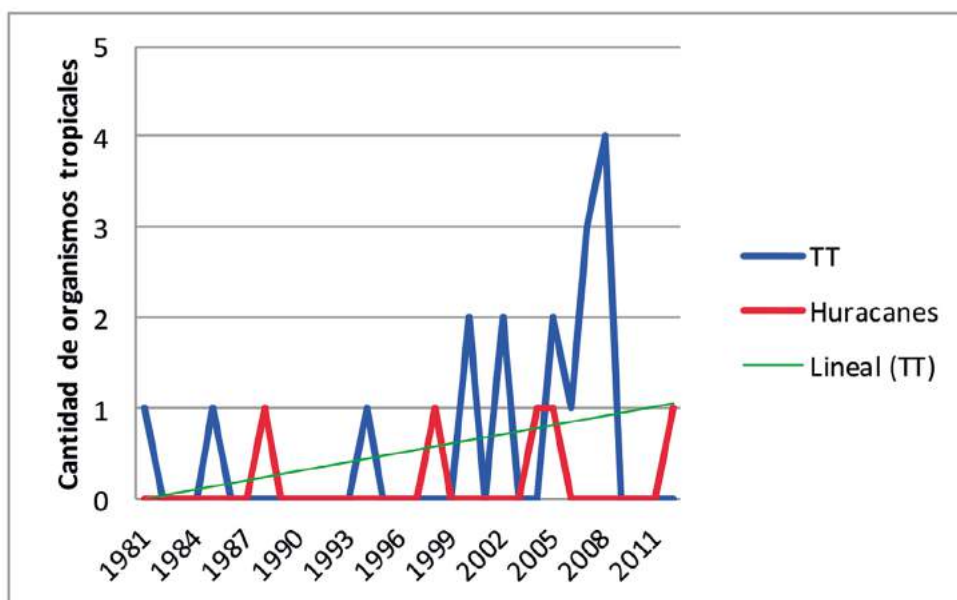
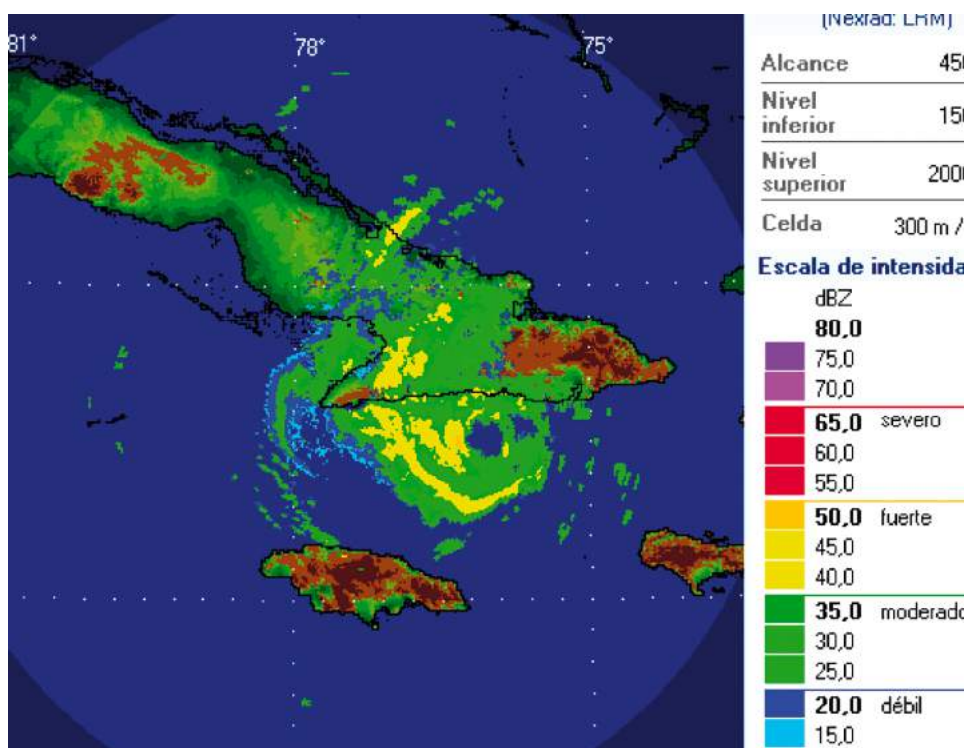


Figura.2 Comportamiento por meses de los ciclones tropicales que han afectado a Santiago de Cuba en el período 1900-2016.





**Figura. 3** Comportamiento de los Ciclones Tropicales que han afectado a Santiago de Cuba desde 1981-2012.



**Figura. 4** Paso del huracán Sandy por territorio santiaguero. (Fuente: foto satelital aportada por el INSMET, 2012)

Aunque el huracán sea de categoría I o sólo una tormenta tropical, pueden producirse en las diferentes zonas por donde pasa, serias pérdidas económicas o de vidas humanas.

Hay que destacar que los daños causados por los ciclones tropicales no son sólo por motivo de la velocidad de sus vientos; también el volumen de las precipitaciones

y la velocidad de traslación genera grandes afectaciones.

Un fenómeno meteorológico vinculado con fuertes vientos que dejan pérdidas cuantiosas a la economía y a la sociedad, son las Tormentas Locales Severas (TLS). Las TLS pueden venir acompañadas de granizos, golpes de agua, vientos con velocidades iguales o superiores a los 25 m/s (90 Km/h), además de las peligrosas tormentas de descargas eléctricas y la formación de tornados.

Observando los datos de las TLS en la región Suroriental desde 1986, encontramos que se han reportado más de 60 fenómenos de esta índole, de los cuales alrededor de 20 han sido localizados en el municipio Santiago de Cuba. La gran mayoría de las TLS han ocurrido en los horarios de la tarde y en muchos casos, la velocidad de los vientos ha sido superior a los 95 Km/h. Varios eventos han sido acompañados de granizos, los cuales han destruido cultivos, dañado tendidos eléctricos, así como edificaciones con daños parciales y totales.

En el 2004 también han ocurrido algunas causantes de pérdidas económicas, como fue la del 2 de junio en el poblado de San Luís, donde alrededor de las 4 de la tarde, un tornado con vientos moderados causó los siguientes daños en dicha localidad: 28 derrumbes totales de viviendas y 18 parciales, cultivos destruidos, cables arrancados. En julio se registraron tres tormentas locales severas; el día 13 en el poblado cabecera de Mella, el día 14 en Palmarito de Cauto y el día 25 en Palma Soriano, en todos los casos se registraron vientos fuertes que sobrepasaron los 100 km/h, reportándose daños severos en viviendas con algunos derrumbes totales. Para el caso de Santiago de Cuba, el número de días con tormentas en el año es de 102, distribuyéndose el mayor % durante el período mayo – octubre.

Otro factor influyente es el de lluvias máximas en 24 horas (extremas). Estas son aquellas que superan los 25 mm en 6 horas, o los 50 en 12 horas o también los 100 mm en 24 horas. Las lluvias que caen en nuestra región, en un 96 % de los casos, tienen duración de menos de 6 horas. Por esto es bastante práctico usar para el análisis la variable señalada. El 43.3 % de los máximos registros anuales de lluvia en 24 horas en el sector Santiago de Cuba de la región Suroriental, ocurre en los meses de mayo y octubre, seguido de noviembre con un 13.3 %. De estos tres meses, mayo posee la frecuencia mayor. La lluvia máxima registrada durante 24 horas más significativa ocurrió en junio del 1997 y tuvo un valor de 261.2 mm.

Anualmente el promedio de esta variable es de 115.4 mm y el rango más probable de la misma esta entre los 60.3 mm hasta 170.5 mm. Son significativas las afectaciones de inundaciones producidas por estos eventos en la zona Noreste de la bahía de Santiago de Cuba y en algunos tramos costeros (*Chuy et al, 2006*).

### 2.3. Inundaciones costeras

La inundación es la ocupación de un terreno por agua, en el que habitualmente se encuentra la tierra seca. Se producen debido al efecto del ascenso temporal del nivel de los ríos o del mar. En cierta medida, pueden ser eventos controlables por el hombre, dependiendo del uso de la tierra cercana a las fuentes del fenómeno.

Como la mayoría de los riesgos naturales, las inundaciones pueden llevar a pérdida de vidas y daños a la propiedad, con gran impacto sobre la salud pública que puede tardar en recuperarse. Los pronósticos adecuados del clima, los oportunos siste-

mas de alerta y las prácticas mitigadoras, como los planes de manejo, han ayudado mucho a la prevención o la reducción de los efectos de las inundaciones sobre la salud y el bienestar de los habitantes en el espacio costero.

La causa básica de la mayoría de las inundaciones en la región Suroriental es la incidencia de fuertes lluvias, pero no todas las inundaciones graves ni los daños provocados por las crecidas, tienen como causa a este fenómeno hidrometeorológico. En muchas ocasiones actúan otros factores que agudizan el problema ya existente a los creados por la propia crecida. **Lo más frecuente es que estos factores estén relacionados con el aumento de la carga hidráulica producida por nuevos niveles de agua. Esto incluye,** tanto obstrucciones en el canal o cauce de avenidas, residuos y fragmentos flotantes, como la sobre elevación del nivel de las aguas por efecto del oleaje de las mareas en los estuarios, entre otras.

En las partes bajas de las corrientes de agua que son objeto de estudio, es frecuente que el cauce ocupado por las crecidas sea mayor que el cauce ordinario (principal), dando origen durante las mismas al desbordamiento del mismo. En muchos casos los cauces tienen pocas profundidades y pendientes muy suaves, lo que origina que en ellos las aguas circulen con pocas velocidades, contribuyendo esto a que no pueda existir una circulación adicional de caudales y, por tanto, los niveles aumenten. Estos elementos deben ser tenidos en cuenta para el planeamiento de nuevas instalaciones.

En el caso de la provincia Santiago de Cuba, las inundaciones costeras se han producido esencialmente por fuertes lluvias que, al desbordar los ríos, se produce en sus desembocaduras el efecto tapón (choque de

las dos masas de agua). También influyen los vientos asociados al paso de los ciclones tropical. Otra de las causas es el mar de leva (movimiento de las olas que se propaga fuera de la zona donde se ha generado, pudiendo llegar a lugares muy alejados). Esto se produce cuando los eventos hidrometeorológicos pasan distantes de la costa.

En los últimos 5 años se han originado para la región Suroriental de Cuba 15 eventos acompañados de inundaciones costeras de diferente intensidad. Estos se relacionan fundamentalmente con la categoría del organismo, la dirección de la trayectoria, entre otras importantes variables. Las inundaciones costeras no es una amenaza tradicional para la provincia, sin embargo, en el 2012, el impacto devastador del ciclón Sandy constituyó un llamado de alerta ante este fenómeno.

## ***2.4. El caso del huracán Sandy en Santiago de Cuba***

El día 22 de octubre del 2012, en horas de la mañana, en una zona de bajas presiones, se formó la Depresión Tropical No. 18 en el mar Caribe Central, localizada al mediodía a unos 515 km al SSW de Kingston, Jamaica y moviéndose al SW lentamente a unos 7 km/h.

En horas de la tarde- noche tomó rumbo NNE, a las 6:00 pm del día 22 alcanza la categoría de Tormenta Tropical, asignándosele el nombre de Sandy, con vientos máximos sostenidos de 65 km/h, manteniendo esta categoría y aumentando la fuerza de sus vientos, hasta el día 24 a las 12:01 pm que se convierte en Huracán Categoría I en la Escala Saffir-Simpson, con vientos máximos sostenidos de 130 km/h. Ya en este horario, en la zona montañosa de la Gran Piedra, la Estación Meteorológica reportó rachas de

100 y 159 km/h de componente NE a la 1:00 pm, los que fueron aumentando.

En la ciudad de Santiago de Cuba hasta la 01:00 pm horas del día 24, los vientos reportados por la Estación Meteorológica Universidad de Oriente eran de 15–20 km/h. El evento tenía además una presión central de 973 hPa y moviéndose al N–NNE a 20 km/h. Su centro se estimó en los 17. 3º de latitud Norte y los 76. 7º de longitud Oeste, posición que lo situó a unos 70 km al S de Kingston, Jamaica y a 315 km al SSW de la provincia Santiago de Cuba.

A las 6:00 pm del día 24 todavía el Huracán Sandy mantenía la categoría I en la Escala Saffir–Simpson y su centro ya se encontraba en los 18. 5º N y 76. 0º W, a 185 km al SSW de Santiago de Cuba. Mantenía hasta ese momento vientos máximos sostenidos de 130 km/h, su presión central era de 970 hPa y un rumbo N–NNE a una velocidad de 22 km/h. A partir de la 10:40 horas, la Estación de la Universidad de Oriente reporta nuevamente rachas de viento de 76 km/h de componente NE y, en la zona montañosa de la Gran Piedra las rachas fueron de 140 km/h.

A las 10:45 pm del propio día 24, se evaluaron criterios y se informó que ya el Huracán Sandy estaba próximo a alcanzar Categoría II, con vientos máximos sostenidos de 150 km/h. Por su parte la Estación Meteorológica de la Universidad de Oriente reportó a las 11:30 pm una racha de viento de 119 km/h y unos minutos más tarde se perdió la comunicación por el impacto de los fuertes vientos.

En la madrugada del día 25, sobre las 12:30 am el avión de reconocimiento de la NOAA determinó vientos máximos sostenidos de 175 km/h clasificado como Huracán Categoría II avanzado en la escala Saffir–Simpson, cuyas rachas sobrepasaron los 200 km/h,

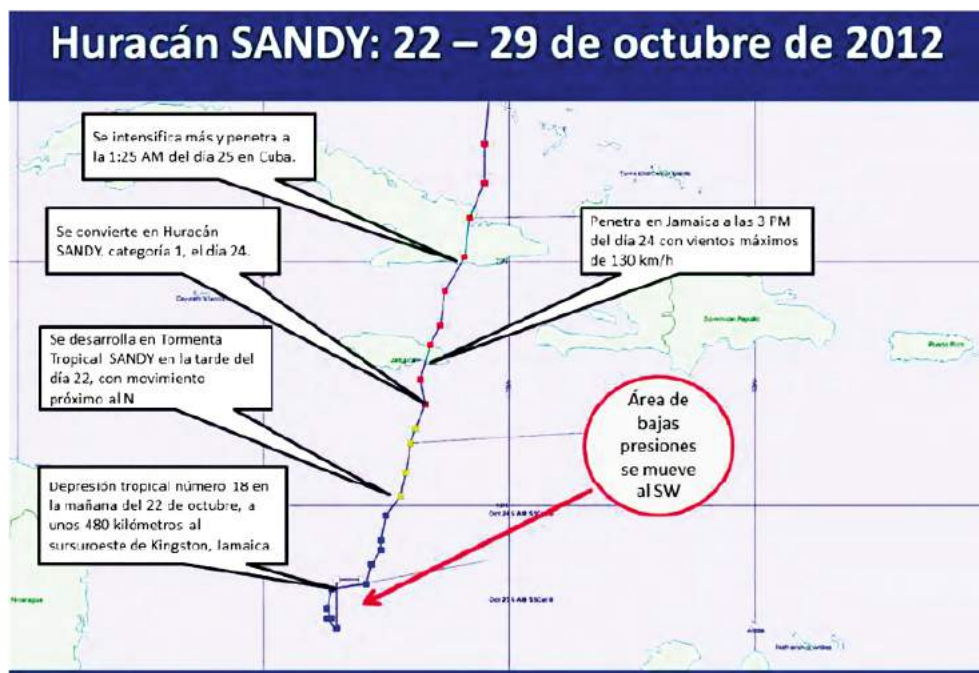
según la última información de la estación Gran Piedra a las 11:59 pm. El centro del huracán penetró aproximadamente a la 1:00 am del 25 de octubre de 2012, por el extremo Este del municipio de Guamá, provincia de Santiago de Cuba, justo al Este del asentamiento Cañizo (exactamente a 2 km al Este de Cañizo y 8 km al Oeste de Playa Mar Verde). Cálculos posteriores permiten afirmar que al entrar en Cuba el viento máximo era del orden de los 185 km/h, lo que hace que Sandy haya alcanzado la Categoría III justamente al momento o muy poco antes de llegar a tierra cubana.

La ciudad de Santiago de Cuba quedó directamente bajo el embate del sector derecho del huracán, siendo el desplazamiento del ojo por territorio santiaguero a una velocidad de 30 km/h y duró aproximadamente 2:56 min, en tanto su patrón nuboso comienza a afectar aproximadamente a las 2:00 pm del día 24 con lluvias moderadas y fuertes hasta las 5.45 am del día 25 (Ver Figura 5).

El Huracán Sandy impactó en la zona oriental de la Isla, con un amplio radio de acción por la incidencia del extenso patrón nuboso. Los fuertes vientos tuvieron valores sostenidos entre 90 y 175 km/h y rachas de 265 km/h registradas en la estación Gran Piedra, el día 25 de componente Sur a las 11:50 am, de 130 km/h el día 24 del NE a las 11:50 am en la estación Universidad, las que pudieron ser superiores, aunque estas no se pudieron registrar debido a la rotura de los equipos de medición. Luego se reporta 127 km/h el día 25 a la 01:00 am de componente N en la estación Contramaestre.

Sandy registro a su paso lluvias puntualmente intensas que provocaron significativas afectaciones en el territorio santiaguero, tales como la caída de árboles, afectaciones de las redes eléctricas y de comunicación así como el deterioro total y parcial de vi-



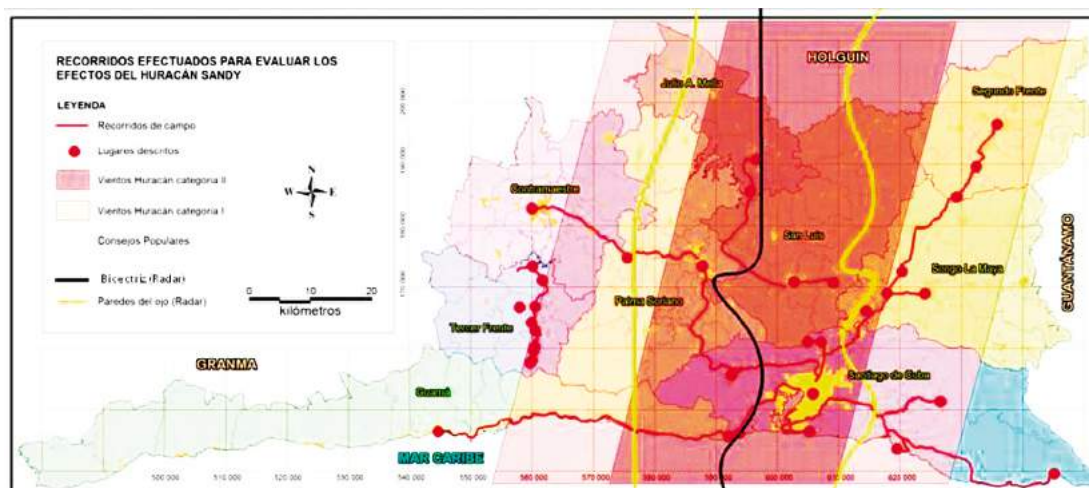


**Figura 5.** Trayectoria del huracán Sandy. (Fuente: Brito y colectivo, 2013)

viendas y otros tipos de instalaciones. La figura 6 muestra la trayectoria según la red de radares del INSMET, así como los Consejos Populares de los municipios impactados directamente por el ojo del huracán.

En este evento se manifestaron los tres peligros asociados al huracán: *fuertes vientos*,

*inundaciones costeras* e *intensas lluvias* que, aunque este último no fue el peligro predominante, de forma puntual se comportó con valores de lluvias intensas. Las mayores afectaciones fueron debidas a los fuertes vientos y a las inundaciones costeras por penetraciones del mar.



**Figura 6.** Consejos populares por municipios impactados por el ojo (Color rosado oscuro). (Fuente: Brito y otros, 2013)



Las inundaciones costeras provocadas por Sandy se atribuyen fundamentalmente a la fuerza de los vientos y a la surgencia. La altura de las olas reportadas fue de hasta 2,5 m (aunque los pobladores observaron olas entre 6 y 9 m de altura). La penetración máxima del mar fue de 250 a 300 metros. Se observaron afectaciones en los ecosistemas playa y variaciones morfológicas donde la geomorfología costera fue modificada a partir de la penetración de huracanitos de diversos tamaños (Milanés, C., 2012). Los pobladores reportaron un retroceso de la línea marina por pérdida de arena.

Algunos efectos de las inundaciones en la zona costera que ocasiono este huracán fueron:

- Arrastre de sólidos y remoción de sedimentos.
- Daños al medio construido.
- Interrupción de vías de comunicación.
- Proliferación de enfermedades diarreicas agudas.
- Cambios en el perfil de costa.
- Afectaciones a la producción industrial.
- Afectaciones a los ecosistemas marino-costeros.

Sandy afecto a toda la región oriental de Cuba y causó numerosas penetraciones del mar en la costa Sur. Los máximos valores de elevación del nivel del mar por surgencia se produjeron en la zona de Mar Verde, playa Bueycabón, Jucarito, La Socapa, así como dentro de la bahía, Ciudadamar, Playa de Aguadores, instalaciones del parque Baconao y en el consejo popular Siboney. Estos asentamientos estaban dentro del círculo de vientos máximos del huracán. Las fuertes marejadas de Sandy a la derecha del ojo, con una surgencia estimada de 2 m y olas pronosticadas de 6 a 9 m por encima, incrementaron el poder destructivo en la línea de costa

de la provincia de Santiago de Cuba con severas inundaciones costeras.

Datos ofrecidos por pobladores, en entrevistas realizadas durante las visitas de campo tras el paso del evento, así como las observaciones hechas por el grupo multidisciplinario que participo en los recorridos, permitieron señalar que luego del paso del evento por costas santiagueras se reportaron las siguientes afectaciones:

1. Se observaron penetraciones del mar en puntos bajos y elevaciones del nivel medio del mar por surgencia y oleaje no recordado por la población residente en comunidades costeras en más de 100 años.
2. Se estimó para la ciudad de Santiago de Cuba una penetración del mar entre 30 y 50 m hacia las comunidades costeras ubicadas en zonas bajas. El nivel del agua de mar alcanzó niveles de altura de 0,5 a 1 m dentro de viviendas e instalaciones ubicadas en estas zonas.
3. Afectación en 5 consejos populares y otras comunidades costeras ubicadas cerca de la bahía.
4. Se reportaron inundaciones costeras en asentamientos y consejos populares de 35 hasta 200 m en varios puntos de su geografía.
5. Las alturas de elevación del mar estimadas in situ dentro de la Bahía de Santiago de Cuba, fue de aproximadamente 2.5 m, especialmente en el asentamiento de Cayo Granma. En este cayo urbanizado, ubicado dentro de la bahía de Santiago de Cuba, se registraron alturas de olas de 1,94 m, una surgencia de 0,81 m y una marea astronómica de 0,3 m.
6. Se reportaron afectaciones estructurales en infraestructuras y en embarcaciones y muelles de la base de pesca ubicada en

el asentamiento costero Los Cangrejitos de la bahía.

7. La suma de la surgencia, la marea astronómica, la sobreelevación del oleaje y el alcance de la ola, produjeron una elevación máxima del nivel del mar de 2,6 m en la costa este de Santiago de Cuba en el momento en que el huracán penetraba en tierra. Esta sobreelevación, sumada con las alturas de olas de 4 a 6,5 m por encima de la misma, fueron las responsables de las inundaciones costeras que tuvieron lugar en varios sectores de la costa, (Colectivo de autores, 2012).

La contrastación del impacto del huracán Sandy con los recientes estudios de peligros, vulnerabilidades y riesgos para la provincia

de Santiago de Cuba, mostró valores altos en todas las vulnerabilidades, corroborándose el alto riesgo de la región ante huracanes categoría I, III y V.

La vulnerabilidad estructural fue alta. Tras el paso del evento se observaron considerables daños estructurales en viviendas e instalaciones turísticas nunca reportadas en la historia de la provincia y el municipio costero del mismo nombre. Las instalaciones turísticas de cabañas, discotecas, parque infantil y otros servicios de la playa Mar Verde fueron devastadas. La mayoría de las viviendas ubicadas en la primera línea de costa recibieron afectaciones parciales y totales por el embate de las olas del mar independientemente de su tipología constructiva y estado técnico, (Ver Figuras 7 y 8).



**Figura 7.** Viviendas ubicadas en primera línea de costa afectada por la penetración del mar al paso del Huracán Sandy. (Foto: Milanés, 2012).





**Figura 8.** Sala de rehabilitación ubicada en la primera línea de costa en el Asentamiento de Siboney. A pesar de encontrarse ubicado detrás de dos edificaciones, el inmueble sufrió los embates del huracán Sandy. (Foto: Infante, 2012; Milanés, 2012).

Tras el paso del evento también se observaron daños significativos en las infraestructuras de acueducto, alcantarillado y electricidad, no así en los viales. Carteles y señales fueron arrojados al suelo y algunos

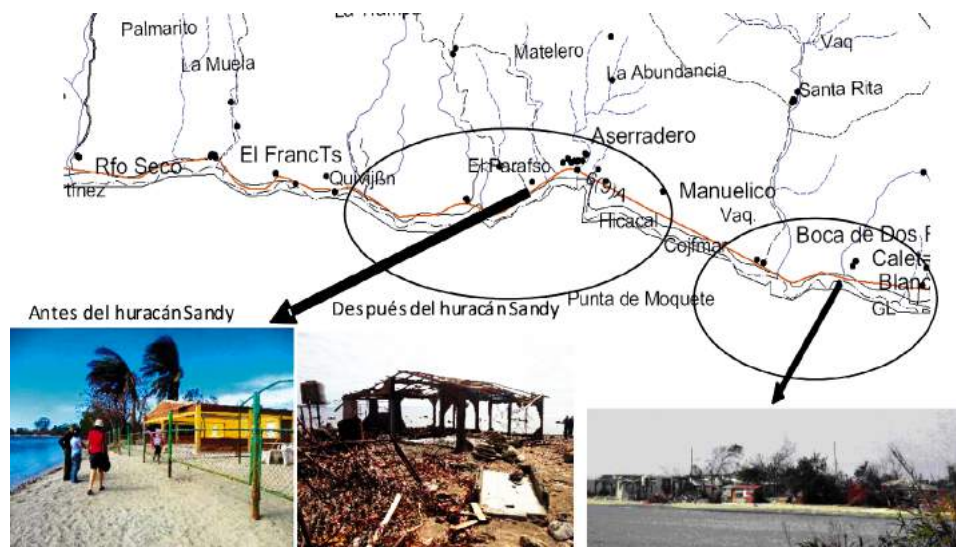
desaparecidos. Se precisaron serias afectaciones al sistema de acueducto y electricidad de los asentamientos lo cual ratificó la alta vulnerabilidad no estructural de la zona de estudio, (Ver Figura 9).



**Figura 9.** Estado de las redes eléctricas, tanques de abastecimientos de agua rotos y redes colapsadas. (Fotos: Milanés, 2012)

Se catalogó como alta la vulnerabilidad social. Se determinó que la percepción del riesgo de la población ante ese evento para enfrentar las afectaciones del huracán fue bajo, lo cual agravó el impacto del mismo. La presencia de viviendas en regular y mal estado técnico-constructivo y el daño psicológico ocasionado a la población luego del paso

del fenómeno meteorológico corroboran lo planteado. La vulnerabilidad ecológica fue también alta debido a las modificaciones en ecosistemas frágiles. Algunas viviendas estatales y privadas estuvieron localizadas en zonas de dunas de playas violando lo establecido en el Decreto Ley 212 de Gestión de la Zona Costera, (Ver Figuras 10 y 11).



**Figura 10.** Edificaciones impactadas por el huracán Sandy, (Foto: Infante Y., 2012)



**Figura 11.** Principales sitios visitados por el grado de afectación ante el paso del huracán Sandy en el Consejo Popular Sigua. (Fuente: Infante Y., 2012)



Las instalaciones del Hotel Bucanero que formaba parte del polo turístico del complejo Baconao en el municipio Santiago de Cuba, resultaron devastado en más del 80% de su estructura, por encontrarse ubicado en la zona de mayor peligro. Estas edificaciones también violaban lo reglamentado en el Decreto Ley cubano 212, (ver Figura 12). Otros importantes daños se visualizaron en la Villa Daiquirí, (ver Figura 13).

Como parte de las vulnerabilidades y condiciones antrópicas que intensificaron la

ocurrencia del desastre, se encontró la baja percepción del riesgo ante los eventos hidrometeorológicos extremos en la provincia Santiago de Cuba. Las tipologías constructivas de las viviendas eran fundamentalmente de Tipo III (mampostería con cubierta ligera) y de Tipo IV (madera y cubierta ligera). Esto, conjuntamente con el deficiente estado técnico-constructivo de algunas edificaciones y su ubicación en la primera línea de costa, acrecentó la vulnerabilidad.



**Figura 12.** Afectaciones provocadas por el paso del huracán Sandy en el Hotel Bucanero situado en el polo turístico Baconao (Foto: Milanés, 2012).





**Figura 13.** Afectaciones provocadas por el huracán Sandy al área de Bungalow, casa de protocolo y piscina plástica de la Villa Daiquirí. (Fuente: Infante Y., 2012)

Las principales afectaciones en el sector del turismo estuvieron ocasionadas por la ubicación de hoteles cerca de la primera línea de costa, ejemplo de esto fue el Acuario Baconao, el campismo Playa Larga, La Casa de Pedro el Cojo, El Hotel Bucanero, La Villa Aserradero, las instalaciones de la Villa Daiquirí y el complejo turístico Siboney.

Las cubiertas ligeras y las insuficientes medidas de protección de los residentes provocaron el colapso de algunos elementos estructurales ante los fuertes vientos. El incumplimiento de la tala y la poda de árboles, previo a la etapa ciclónica y en la etapa preparativa, fue otro de los factores desencadenantes de los terribles efectos del evento.

Otro factor clave fue el insuficiente uso de los medios de comunicación alternativos (telefonía móvil) el cual podría incrementar la información a la población ante esta situación extrema. Paralelamente quedaron manifiestas violaciones e incumplimiento de diferentes regulaciones en el ámbito medio ambiental, reflejadas en los cuerpos legales referentes esencialmente al Decreto Ley 212 “Gestión de la Zona Costera”; al artículo No.10 del Decreto Ley 200/99 “Contravenciones en materia de medio ambiente”, e incumplimiento del Decreto Ley 272 de Ordenamiento Territorial de Planificación Física. A partir del paso de este evento, hoy se corrigen en el país cada una de estas violaciones, sobre todo las encaminadas a hacer cumplir desde el mismo sector empresarial el Decreto-Ley 212.

### 3. Recomendaciones generales para enfrentar las amenazas

Para contrarrestar los efectos y pérdidas humanas, económicas y ambientales que

derivan en desastres tras el paso de los diversos eventos, es importante atender diferentes recomendaciones por tipos de amenaza. A continuación, se relacionan algunas que son resultados de esta investigación:

#### Recomendaciones para eventos sísmicos.

1. Conocer y divulgar los lugares y zonas más seguras (menos vulnerables) dentro y fuera de los locales de las instalaciones.
2. Conocer y divulgar convenientemente cómo y dónde se desconectan las redes de electricidad, gas y agua.
3. Conocer y divulgar los teléfonos u otras formas de comunicarse o de llegar a centros de asistencia médica.
4. Distribuir y ubicar convenientemente en las instalaciones el mobiliario, para que no impidan el paso rápido de los trabajadores ante un evento sísmico. Evitar colocar los objetos más pesados en lugares altos.
5. Mantener las escaleras libres de obstáculos.
6. Aplicar las normativas de diseño y construcción sismo resistente.
7. Mantener un nivel de preparación adecuada ante posibles eventos sísmicos como en el caso del personal que labora en los centros turísticos.
8. Revisar, controlar y reforzar el estado de aquellas partes de las edificaciones que primero se pueden desprender ante un evento sísmico, tales como chimeneas, aleros o balcones. Revisar asimismo continuamente aquellas instalaciones que pueden tener rápidas roturas, ejemplo, las redes de tendido eléctrico, conducciones de agua, gas y saneamientos.

9. Extremar las precauciones al interior de la vivienda en cuanto a la colocación y sujeción de algunos objetos que pueden caerse, en especial los pesados como armarios y estanterías, así como los que pueden romperse como lámparas, espejos, botellas, entre otros.
10. Prestar un especial cuidado con la ubicación de los productos tóxicos o inflamables, a fin de evitar que se produzcan fugas o derrames.

Medidas de autoprotección durante un terremoto.

*Si está en el interior de un edificio:*

Buscar refugio debajo de los dinteles de las puertas o de algún mueble sólido, como mesas o escritorios, o bien, junto a un pilar o pared maestra.

1. Mantenerse alejado de ventanas, cristalerías, vitrinas, tabiques y objetos que pueden caerse y llegar a golpearle.
2. No utilizar el ascensor, ya que podría desplomarse o quedar atrapado en su interior.
3. Utilizar linternas para el alumbrado y evitar el uso de velas, cerillas, o cualquier tipo de llama durante o inmediatamente después del temblor, que puedan provocar una explosión o incendio.

*Si está en el exterior de un edificio:*

1. Ir hacia un área abierta, alejándose de los edificios dañados. Después de un gran terremoto, siguen otros más pequeños (réplicas) que pueden causar destrozos adicionales.
2. Procurar no acercarse ni acceder en edificios dañados por el peligro de caída de escombros, revestimientos, cristales, etc.

3. Si está circulando en coche es aconsejable permanecer dentro del vehículo, alejándose de puentes, postes eléctricos, edificios degradados o zonas de desprendimientos.

Recomendaciones para ciclones tropicales.

1. Mantenerse atentos al parte de la situación meteorológica para conocer la evolución, trayectoria y características del evento.
2. Seguir las orientaciones que brinda la Defensa Civil.
3. Realizar acciones de divulgación ambiental sobre los riesgos.
4. Proteger adecuadamente las instalaciones más expuestas ante el impacto de las inundaciones por penetraciones del mar y fuertes vientos.
5. Retirar las antenas o reubicarlas en sitios seguros.
6. Limpiar tragantes, desagües, recoger basura y escombros, así como retirar objetos sueltos que puedan caerse de balcones y azoteas.
7. Proceder a la evacuación en caso de recibir la orientación pertinente, cumpliendo las recomendaciones de la Defensa Civil para estos casos.
8. No cruzar ríos ni arroyos crecidos, así como evitar transitar por viales inundados.
9. No tocar cables eléctricos caídos.
10. No realizar actividades de pesca, ni bañarse en presas, lagunas, ni ríos crecidos.
11. Cumplir las medidas higiénico-sanitarias para estos casos.
12. Hervir el agua.
13. Desarrollar un programa de capacitación y divulgación en temas relacionados



con la correcta ubicación y protección de la cubierta en viviendas e instalaciones públicas y privadas.

#### Recomendaciones para inundaciones.

1. Conocer si el lugar donde está ubicada la instalación está expuesta a este tipo de amenaza así como la frecuencia con que ocurre.
2. No construir instalaciones en áreas vulnerables a esta amenaza.
3. Construir muros de contención o diques de defensa en las márgenes de los ríos.
4. Repoblación forestal, principalmente en orillas de cuencas hidrográficas.
5. Limpieza permanente de tragantes, alcantarillas, desagües y canales.
6. No cruzar ríos crecidos ni atravesar zonas inundadas.
7. No caminar por puentes o pasos peligrosos.
8. No pescar ni bañarse en embalses crecidos, ríos y zanjas.
9. En áreas urbanas, alejarse de las alcantarillas o desagües porque la fuerza el agua y las corrientes absorben todo a su paso.
10. Evitar siempre que se pueda la ubicación de instalaciones en zonas de pendientes abruptas y barrancos.
11. Diseñar planes de ordenamiento territorial atendiendo la variable de análisis de multi-riesgos de forma cartográfica.
12. Educar a las comunidades para el enfrentamiento ante las diferentes emergencias.
13. Tener identificado una red de profesionales y voluntarios para enfrentar estas amenazas.
14. Conservar los espacios naturales con especial énfasis en cuencas hidrográficas, ecosistemas de playas y manglares.
15. Desarrollar y actualizar los estudios sobre estos peligros.
16. Mejorar los sistemas de alerta y respuesta temprana.
17. Realizar levantamientos a nivel de detalles, con coordenadas georreferenciadas, sobre los lugares reportados como posibles a inundarse ante huracanes de diferentes categorías.
18. Realizar trabajo de campo en zonas afectadas por distintos tipos de inundaciones y recopilar datos sobre el alcance máximo de las mismas.
19. Modelar diferentes tipos de inundación costera, en territorios posibles a sufrir determinada afectación y, con los resultados obtenidos, actualizar las regulaciones urbanas.
20. Reforestar las costas bajas y en particular las márgenes de la bahía con mangles protegiendo el matorral xeromorfo costero y la manigua costera, así como crear zonas de amortiguamiento con especies que protejan contra la salinización y las penetraciones del mar.
21. Considerar los resultados de los estudios de vulnerabilidades y de elevación del nivel del mar en todas las etapas del reordenamiento territorial evaluando de manera detallada la ubicación de nuevas inversiones y programas de desarrollo fuera de los límites de costa.

Otras recomendaciones son también aportadas en este capítulo sobre dos importantes amenazas que, aunque no han sido tratadas en el texto, afectan a la región Suroriental del territorio nacional de manera considerable, estas son la sequía y los incendios forestales:

#### Recomendaciones para la sequía.

1. Evitar la tala indiscriminada de árboles.
2. Fomentar un planeamiento adecuado para el desarrollo sostenible de las áreas de bosques.
3. Evitar el derroche de agua.
4. Desarrollar campañas para realizar un buen uso del recurso hídrico.
5. Realizar un planeamiento perspectivo de embalses, presas, entre otros recursos hídricos que permitan contar con las reservas necesarias para el territorio.
6. Fortalecer el papel de los Centros de Gestión para la Reducción del Riesgo y su incidencia en los municipios implicados.
7. Propiciar espacios de intercambios de conocimientos y experiencias entre la academia, el sector privado y las organizaciones sociales y empresariales que trabajan los temas de sequía, en espacios comunitarios donde existan posibles afectaciones.
8. Elaboración de un Plan Sectorial para conservar el ambiente y el agua, cuyos objetivos estratégicos consistan en disminuir la vulnerabilidad ecológica con especial énfasis en las especies forestales e, impulsar el uso racional de los recursos naturales renovables, así como la gestión integrada de las cuencas hidrográficas y los recursos hídricos.

#### Recomendaciones para incendios forestales.

1. Evaluar de conjunto con los administradores del patrimonio forestal, la elaboración y divulgación de medidas especializadas de prevención contra incendios.

2. Realizar acciones de capacitación para que las comunidades aumenten sus conocimientos en la evaluación de los daños que producen los incendios forestales.
3. Aumentar la percepción del riesgo por incendios forestales por parte de la población.
4. Adoptar las medidas que garanticen una labor más cohesionada entre los principales actores involucrados en la gestión del riesgo para este tipo de amenaza.
5. Elaborar estudios de amenazas ante incendios forestales y modelar los posibles escenarios de peligro atendiendo a las variables velocidad de traslación del viento, tipo de flora, comunidades cercanas, entre otras.
6. Establecer un sistema de monitoreo y alarma ante incendios forestales con vista a minimizar de manera rápida las posibles pérdidas.
7. Establecer y ejecutar las medidas correspondientes de carácter inmediato para reducir el peligro de incendio rural en las zonas con grandes acumulaciones de combustibles.
8. Establecer un cuerpo de medias para la inmediata reforestación urbana y rural con las especies adecuadas.
9. Fortalecer el Sistema de Gestión de Áreas Protegidas cuya agenda abarque el desarrollo de acciones de prevención y combate de incendios forestales, la incorporación del enfoque de gestión de riesgos de desastres ante incendios en los planes maestros y en los planes operativos en áreas protegidas, así como el desarrollo de iniciativas pilotos de reducción de emisiones por deforestación y degradación de paisajes naturales.



## 4. Conclusiones

Fueron descritas las amenazas que ocurren con mayor periodo de frecuencia en la región Suroriental de Cuba. Dentro de ellas, los eventos sísmicos y los ciclones tropicales son los más representativos por su especial incidencia en la provincia de Santiago de Cuba.

Las afectaciones ocurridas en la región Suroriental de Cuba han sido recurrentes debido a vulnerabilidades no atendidas oportunamente.

El desastre provocado por el huracán Sandy constituye un ejemplo de alto riesgo. En sus elevados daños influyó la deficiente poda de árboles que produjo afectaciones en viviendas, instalaciones y redes de infraestructura, así como la poca atención prestada en los planes de ordenamiento territorial, a las variables relacionadas con los peligros naturales y la gestión del riesgo. Es de destacar la pobre atención prestada a los marcos legales, dentro de los que destaca el Decreto Ley cubano 212 de Gestión de la Zona Costera.

Se formularon varias recomendaciones para enfrentar de forma óptima la adecuada respuesta de las instituciones gubernamentales y de la población ante estos eventos. Al interior de ellas 11 recomendaciones fueron diseñadas para eventos sísmicos. Otras 7 medidas de autoprotección durante un terremoto; 4 de ellas para ser consideradas si el evento toma por sorpresa al hombre en el interior de un edificio y, otras 3, si éste se encuentra ubicado al exterior de un edificio.

Otras 13 recomendaciones se formularon para ciclones tropicales. 20 para inundaciones y 8 para la sequía. Finalmente se redactaron 9 recomendaciones para incen-

dios forestales, todas las cuales deben ser atendidas para aumentar la resiliencia de las ciudades en temas de gestión del riesgo.

## Referencias

- Alfonso, A. P (1994): Climatología de las Tormentas Locales Severas (TLS) en Cuba. Cronología. Editorial Academia.
- Alvarez, L., Lindholm, C y Villalón, M (2015): Peligrosidad sísmica para Cuba. Reporte de Investigación. CENAIIS – NORSAR.
- Alvarez, J.L., Serrano, M., Rubio, M., Chuy, T.J (1984): El terremoto del 19 de febrero de 1976. Pílon, Región oriental de Cuba. En: Invest. Sism. Cuba, No. 5, La Habana, pp. 5–60.
- Ama (2014): (Grupo de Evaluación de Riesgo de la Agencia de Medio Ambiente) del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA). *Cuba. Metodologías para la determinación de riesgos de desastres a nivel territorial. Parte 1*. ISBN: 978-959-300-033-8. 110 p.
- Ballester, Maritza; González Cecilia, Limia, Miriam; y Pérez Ramón. 2010. Capítulo 5 Los Ciclones Tropicales. Instituto de Meteorología. La Habana. Cuba. 67 p.
- Brito y colectivo, 2013. Mesa redonda sobre el huracán Sandy. Memorias de la VI Conferencia Internacional de Manejo Integrado de Zonas Costeras “Integración para la sostenibilidad de los ecosistemas costeros frente al cambio climático”, evento Caricostas 2013. ISBN 978-959-207-493-4.
- Chuy, T. J (1999): Macrosísmica de Cuba y su aplicación en los estimados de Peligrosidad y Microzonación Sísmica. Tesis en opción al Grado de Doctor en Ciencias Geofísicas. Fondos del Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas y del MES. 487 pp.

- Chuy, T. J (2004): Terremotos fuertes y peligrosidad sísmica de Cuba. En: Memorias de la 12 Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura (III TIARD). ISPJAE. Cuba. ISBN 959-261-169-6. 10 pp.
- Chuy, T. J y J. L. Alvarez (1995): Mapa de Peligrosidad Sísmica de Cuba con fines de la Norma Sismorresistente Cubana. Reporte de Investigación. Fondos del Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas y del X Forum Nacional de Ciencia y Técnica.
- Chuy, T. J y GONZÁLEZ, G (2005): Impacto de fenómenos naturales. Una valoración imprescindible para el desarrollo sostenible de zonas costeras de Santiago de Cuba. En: Memorias de la II Conferencia Internacional de Manejo Integrado de Zonas Costeras "CARICOSTAS 2005". Santiago de Cuba. ISBN 959-207-195-0. 10 pp.
- Chuy, T. J., Pérez, O., PEREDA, S., PUENTE, G., Reyes, C. R. y CARCASÉS, C (2006): Impacto de las inundaciones en la ciudad de Santiago de Cuba. Valoración con fines de desarrollo sostenible. Memorias del 7mo. Simposio internacional de estructuras, geotecnia y materiales de la construcción. Santa Clara. UCLV. ISBN 959-250-291-9.
- Chuy, T. J., Puente, G., Baza, R., Regal, A., Seisdedos, J. L., Reyes, C. R., Imbert, C., Rivera, Z., Despaigne, G., Martel, Y., Borges, O., Sanloy, D., Limeres, T., Velázquez, H., Iribar, I. y Cintra, M (2004): Evaluación de amenazas naturales en el municipio Guantánamo. En: Memorias de la I Conferencia Internacional de Peligrosidad, Riesgo Geológico e Ingeniería Sísmica "SISMOS 2004". Santiago de Cuba. Editorial "Oriente". ISBN 959-11-0451-0. 18 pp.
- Chuy, T. J., Puente, G., Calderín, C., Borges, O., Rivera, Z. C., Vázquez, J. C., Salas, A., Planas, J. A., Alcántara, F., Villalón, M., Imbert, C., Cintra, M. y Pérez, O (2006): La valoración de escenarios bajo riesgo como premisa para el desarrollo en Santiago de Cuba. Memorias de la II CONFERENCIA INTERNACIONAL DE PELIGROSIDAD, RIESGO GEOLOGICO E INGENIERIA SISMICA, SISMOS 2006. Santiago de Cuba. ISBN 959-207-172-3.
- Cuba (2010): Los centros de gestión para la reducción de riesgo: mejores prácticas en reducción de riesgo. 2010 Caribbean Risk Management Initiative – PNUD Cuba, en <http://www.undp.org/cu/crmi/docs/crmi-cgrrcuba-bp-2010-es.pdf> acceso el 23 de Agosto de 2014.
- Colectivo de autores (2012): Evaluación de impacto ambiental del huracán Sandy en la provincia de Santiago de Cuba. Delegación Provincial del CITMA. Santiago de Cuba. 32p.
- Fuentes, O.A., Franco, L. E (1997): Modelo Matemático de áreas de inundación. Cuadernos de Investigación, No. 41 Rev. CENAPRED.
- Fujita, T. T. (1973): Tornadoes around the world. Wheatherwise, No. 26 (2).
- García, J., Zapata, J. A., Arango, E. D., Monnar, O., Chuy, T. J., Fernández, B. C., Reyes, C. R. y Oliva, R. (2002): Manejo y evaluación del riesgo sísmico en la ciudad de Santiago de Cuba, a partir de su implementación en un Sistema de Información Geográfica (SIG). En: Nuevas Investigaciones Sismológicas en Cuba. Editorial Academia. La Habana ISBN 959-02-0347-7. pp 73 – 82.
- Japan Working Group for TC-4 Committee (1993): Manual for Zonation on Seismic Geotechnical Hazards. The Japanese Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering, Japan.
- Milanés B, Celene (2012): Análisis de vulnerabilidad y riesgo ante penetraciones

del mar en la provincia de Santiago de Cuba: su incidencia en la gestión del riesgo. Memorias de la IV Conferencia Internacional de peligrosidad, riesgo geológico e ingeniería sísmica SISMOS' 2012. ISBN 9-789592-074491, Santiago de Cuba, Cuba, pp 67-78.

Milanés Batista, Celene. (2013): "Saldos del huracán en costas santiagueras". Periódico Juventud Rebelde, Edición especial. jueves 15 de noviembre. p.4.

Milanés Batista Celene, BRITO Ana Lourdes, CANDEBAT Sánchez Darío y BEATÓN Pedro Aníbal (2015): La gestión del riesgo costero en la provincia de Santiago de Cuba. Sección III. 473-499p. En Botero, C. y Milanés Celene. (eds). APORTES PARA LA GOBERNANZA MARINO-COSTERA. Gestión del riesgo, gobernabilidad y distritos costeros. 554 p. Fondo de publicaciones de la Universidad Sergio Arboleda, Santa Marta, Colombia. ISBN: 978-958-8866-67-3. (Versión rústica).

ISBN: 978-958-8866-68-0. (Versión pdf).

Milanés, B. Celene (2014) (PhD Thesis). Método integrado para demarcar y delimitar las zonas costeras (DOMIZC): estudio del caso de Santiago de Cuba. Universidad de Oriente, Santiago de Cuba. DOI: 10.13140/RG.2.1.1800.4086. 300p. [https://www.researchgate.net/profile/Celene\\_Milanes\\_Batista](https://www.researchgate.net/profile/Celene_Milanes_Batista)

Mora, S. y Vahrson, W (1991): Macrozonation Methodology for Landslide Hazard Determination, Bull, Intl. Ass. Eng. Geology.

Norma Cubana (1999): NC 46: 1999. Construcciones sismorresistentes. Requisitos básicos para el diseño y construcción, 3. Edición ICS: 91.080; 91.120.25. Oficina Nacional de Normalización, Ciudad de La Habana, 98 pp.

Vega, R., Nuñez, M. y Cárdenas, P (1990): Caracterización estadística de la precipitación total máxima en 24 horas. Revista Cubana de Meteorología, Vol. 3, No. 1.

## CAPÍTULO 7

# Diagnóstico y prospectiva para la gestión del riesgo de desastres en un cantón vulnerable: Portoviejo

*Celene Milanés Batista\**

*Raúl Vinicio Hidalgo Zambrano\*\**

\*Departamento de Civil y Ambiental. Universidad de la Costa. Colombia.

\*\*Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.

### Resumen

El capítulo que se presenta se desarrolla en dos etapas. En una primera se estudia el comportamiento de las amenazas y vulnerabilidades como elementos influyentes del riesgo en el cantón de Portoviejo, ubicado en la provincia de Manabí, Ecuador, donde se evalúan los daños ocasionados en la zona ante la ocurrencia de dos tipos de eventos naturales (sismos e inundaciones por fuertes lluvias que derivan en desbordamiento de ríos). Se estudian las siete parroquias rurales de Portoviejo y se muestran los diferentes análisis elaborados durante el proceso de diagnóstico, que sobre materiales y técnicas constructivas fueron realizados. En la segunda y última etapa de la investigación, se describen las acciones prospectivas que permiten aumentar la resiliencia urbana del cantón. La metodología de la investigación se llevó a cabo a través de técnicas de campo como son la encuesta, la entrevista y la observación, aplicadas en la zona de estudio. A modo de conclusión se determina que las amenazas descritas produjeron daños estructurales severos en edificaciones públicas y privadas producto del mal estado técnico constructivo del fondo habitacional. Esta investigación también incentiva el uso de materiales constructivos potencialmente renovables, los cuales se encuentran en las localidades rurales de Portoviejo, promoviendo el futuro diseño de viviendas confortables, poco consumidoras de energía y resistentes ante eventos naturales.

## 1. Introducción

La necesidad de protegerse ante los elementos naturales hizo al hombre primitivo buscar elementos de su entorno para levantar sus viviendas, permitiéndole realizar construcciones vernáculas que sirvieran de hábitat y protección. En la actualidad, con la industrialización de los materiales, la construcción de una vivienda ha sido modificada en cuanto a sus diseños y materiales. Cada día estas deben realizarse bajo estrictas medidas y normas de

calidad, confort y resistencia ante eventos naturales y antrópicos. Estas premisas permiten que los habitantes realicen sus actividades familiares y las propias del hogar en un ambiente adecuado y seguro.

Según el INEC, el índice de pobreza a nivel de todo el cantón de Portoviejo es del 92%. El nivel de pobreza extrema de las siete parroquias rurales que tiene el cantón se comporta de la siguiente forma: Chirijos (100%), Pueblo nuevo (98,5 %), Riochico (98%), San Placido (97%), Alhajuela (96,8 %), Calderón (96,1 %) y Crucita (92,3 %). Al margen de estos factores de orden social, se incorpora las vulnerabilidades que tiene el área de estudio ante las amenazas por inundaciones frecuentes y por la actividad sísmica. Esta última se debe a que Ecuador está ubicado en Sudamérica, en el Cinturón de Fuego del Pacífico. El 16 de abril de 2016, la zona fue afectada por un sismo de 7,8<sup>o</sup> de intensidad. Otros años han ocurrido sismos como los que se describen a continuación en años y magnitudes: 1) 1942 (7,8<sup>o</sup>); 2) 1982 (6,5<sup>o</sup>); 3) 1998 (7,2<sup>o</sup>). Todos los epicentros de estos sismos estuvieron ubicados cerca del Cantón Portoviejo.

El análisis de las amenazas naturales y antrópicas a las que está expuesta el cantón de Portoviejo en la actualidad exige de estudios integradores de su vulnerabilidad en aras de minimizar los riesgos. Para ello surge la Gestión de Riesgos como una disciplina encargada de analizar, identificar, caracterizar y estudiar las disímiles amenazas que pueden producirse en un momento determinado. Se apoya en estrategias, políticas y acciones diseñadas y formuladas en procesos previos de concertación interinstitucional y enfoques multidisciplinarios, dirigidas a la inserción de la prevención de desastres para garantizar la efectiva planificación del desarrollo dentro del territorio, (Milanés 2014) y se basa en la gestión proactiva del riesgo.

Según Lavell, A., et. al. (2003) la gestión prospectiva del riesgo es *un proceso a través del cual se prevé un riesgo que podría construirse asociado con nuevos procesos de desarrollo e inversión, tomando las medidas para garantizar que nuevas condiciones de riesgo no surjan con las iniciativas de construcción, producción, circulación, comercialización, etc. La gestión prospectiva debe verse como un componente integral de la planificación del desarrollo y del ciclo de planificación de nuevos proyectos, sean estos desarrollados por gobierno, sector privado o sociedad civil. El objetivo último de este tipo de gestión es evitar nuevos riesgos, garantizar adecuados niveles de sostenibilidad de las inversiones, y con esto, evitar tener que aplicar medidas costosas de gestión correctiva en el futuro.*

En el análisis prospectivo resulta clave considerar la percepción que tienen las comunidades con relación a las diferentes amenazas o peligros, así como la evaluación de las vulnerabilidades intrínsecas del sistema y las probablemente adquiridas tras el paso de un fenómeno extremo. A su vez, se deben analizar los escenarios críticos de riesgos generados por la amenaza, evaluando los impactos en sub-escenarios específicos (Milanés 2014). En este sentido, la ubicación de asentamientos en zonas de amenaza por fenómenos naturales, generalmente sobre áreas periféricas de los cascos urbanos municipales (especialmente sobre zonas inundables, rondas hídricas y laderas inestables), facilita y reproduce las condiciones de riesgo, en un proceso de desarrollo físico no planificado y, sobre el cual, no se aplica un control ni una restricción efectiva (BSRR 2017).

La intervención prospectiva, como parte de las medidas de reducción del riesgo, evalúa de manera anticipada los diferentes escenarios para impedir que surjan nuevas situaciones de riesgo, es por esto por lo que



se concreta en la definición de acciones de prevención, que impidan que los elementos expuestos a las diferentes amenazas sean vulnerables o a que continúen estando expuestos ante posibles eventos peligrosos.

Considerando las diferentes amenazas y vulnerabilidades a las que se encuentra expuesta el cantón de Portoviejo, en esta investigación se realiza un diagnóstico de las construcciones impactadas por el sismo en las parroquias urbanas, así como en las parroquias rurales afectadas por inundaciones al ser las de mayor riesgo. En estas parroquias rurales se relacionan las acciones relativas a la extracción de materiales de construcción alternativos y renovables, y las medidas técnico-constructivas y de ordenamiento territorial que fomentan la prospectiva para enfrentar los riesgos, disminuir vulnerabilidades y elevar la resiliencia urbana en el cantón objeto de estudio.

## 2. Materiales y métodos

En el desarrollo de la investigación se aplican los métodos histórico-lógico y de análisis y síntesis. Se emplearon dos técnicas de la investigación científica, *-la encuesta no estructurada y la entrevista*. En este caso se analizaron los aspectos de percepción social del riesgo, los tipos de vulnerabilidades presente en edificaciones e infraestructuras, los principales daños ocurridos post desastres y los factores que condicionaron las diferentes vulnerabilidades en el cantón de Portoviejo.

Los trabajos de campo permitieron obtener las evidencias fotográficas del estado en que quedaron las edificaciones tras la ocurrencia de los fenómenos naturales. También aplicar las entrevistas y encuestas. La muestra

seleccionada para el estudio quedo conformada, para el caso de Portoviejo, por las parroquias más impactadas tras el evento sísmico y por las que se afectaron con las inundaciones, para una muestra total del 3 % de la población del cantón.

## 3. Resultados

### 3.1. Principales amenazas del cantón de Portoviejo

Sismos, inundaciones, deslaves de terrenos y tsunamis son algunos de los cataclismos naturales a los que Portoviejo está expuesta debido a su ubicación geográfica. Está localizada a 30 km del océano Pacífico y a 35 km, en moderna y segura autovía de la ciudad de Manta, principal puerto de la provincia de Manabí (Colectivo de autores, 2011). La ciudad es conocida también como San Gregorio de Portoviejo y tienen 280 029 habitantes. Es el cantón capital de Manabí y el séptimo más poblado de Ecuador.

El cantón presenta 9 parroquias urbanas y 7 rurales. Dentro de ellas, la parroquia rural Crucita está ubicada en la costa ecuatoriana a 20 minutos de Portoviejo. Su principal actividad económica gira alrededor del turismo ya que posee 13 km de playa que son visitadas durante todo el año por personas de la región, del país y por turistas extranjeros. Las 6 parroquias restantes se localizan próximas al área urbana de Portoviejo y se encuentran bañadas por ríos como el Riochico, Portoviejo y el Calderón. Como fue descrito, el cantón de Portoviejo presenta continuos eventos sísmicos e hidrometeorológicos que afecta sus parroquias en diversas épocas. Un análisis detallado de estas amenazas ocurridas se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Amenazas extremas ocurridas en Portoviejo y sus principales daños.

Ciudad	Tipo de amenaza	Fecha	Principales daños	Factores que favorecieron la alta vulnerabilidad urbana
Portoviejo	Sismo de 7,80 en la escala Richter.	16 de abril del 2016	133 fallecidos. 231 edificios de altura colapsados. 2 800 viviendas perdidas. 635 edificios afectados parcialmente. 491 edificios en riesgo a colapsar ubicadas en las parroquias urbanas. 1 300 millones de dólares en pérdidas económicas. Infraestructuras viales, de salud y educación seriamente dañadas (Diario “El comercio”, 2016).	Alto nivel freático del suelo en zonas de la ciudad (80 centímetros de la superficie). Mala calidad de los suelos de la ciudad. Inundaciones en las riberas bajas del río Portoviejo por intensas lluvias (7 días antes de que ocurriera la tragedia). Colapso del sistema de alcantarillado antiguo, el cual ha seguido funcionando a pesar de encontrarse uno nuevo en uso. No cumplimiento por constructores y propietarios de las normas técnico-constructivas plasmadas en los permisos de construcción otorgados por el municipio. Negligencia de funcionarios municipales y gubernamentales en el control del proceso constructivo de las edificaciones.
	Inundaciones <sup>10</sup>	4 de abril del 2016	Destrucción de viviendas. Desalojo y reubicación momentánea de los habitantes. Elevación del nivel freático en la ciudad. Contaminación del río Portoviejo por filtración con pozos sépticos y basura ubicada a la intemperie. Elevación de los niveles de enfermedades como dengue, zika y chikungunya. Destrucción de áreas agrícolas. Afectación de actividades productivas como la avícola y la ganadería. Desabastecimiento de agua potable en la ciudad.	Construcciones ubicadas muy cerca de las riberas de los ríos (menos de 50 m). Violación de las normas constructivas. Alto nivel freático del suelo (80 cm a 1.50 m de la superficie).

<sup>10</sup> Este tipo de evento afecta la parte baja de las riberas del río Portoviejo y se repite en la mayoría de las estaciones invernales. La situación se agrava con la presencia del fenómeno de “El niño”. En los años 1982-1983 y 1997-1998 los niveles de inundación en la ciudad y en las parroquias rurales fue de gran magnitud.

### 3.2. Consecuencias de la actividad sísmica y de las inundaciones en Portoviejo

Dentro de los factores que hoy deben ser atendidos para minimizar la vulnerabilidad urbana en el cantón de Portoviejo destacan los estructurales. Debe evaluarse el comportamiento de cada elemento estructural y el diseño coherente de la distribución de cargas de los edificios. En el caso de Portoviejo, varias edificaciones presentaban en la planta baja un puntal excesivamente alto con muy pocos tímpanos rigidizadores. A partir del segundo nivel, se densificaba la cantidad de paredes de forma aislada convirtiendo al edificio en un cuerpo rígido y muy pesado que ante el sismo respondió

con el colapso de las columnas del primer nivel, (Ver Figuras 1 y 2).

El diseño y construcción de columnas cortas, resultado de haber colocado un antepecho de ventana alto, provocó que la longitud de la columna fuera pequeña y al presentarse el sismo el elemento estructural colapsa perdiendo su longitud efectiva. (Figuras 3 y 4).

La presencia de diferentes puntales y niveles facilitó irregularidades verticales que provocaron diferencia de rigidez entre estos. De igual modo, la distribución asimétrica de los elementos en planta hizo que se produjera torsión y rotaciones, las cuales generaron esfuerzos importantes, especialmente en las columnas del primer nivel que condujeron también al colapso del edificio. (Figura 5).



**Figuras 1 y 2.** Edificios afectados en el centro histórico de Portoviejo luego del sismo. (Foto Hidalgo, 2016)



**Figura 3.** Edificio de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Física y Química actualmente demolido.

**Figura 4.** Edificio de Ingeniería Industrial actualmente reparado. (Foto Hidalgo, 2016).



**Figura 5.** Edificio de vivienda en el centro de Portoviejo totalmente afectado. (Foto: Hidalgo, 2016).

La utilización de elementos incompatibles dinámicamente, así como la mezcla de materiales flexibles como la madera, el acero y la caña guadua, con otros materiales frágiles y con paredes de ladrillo y mampostería sin el suficiente nexo o empleo de juntas adecuadas, propició la aparición de los fenómenos de torsión y golpeteo, lo cual conllevó a la destrucción parcial de edificaciones. (Figura 6).

La excesiva flexibilidad de los edificios porticados de hormigón armado y de estructuras

metálicas, influyó en el desprendimiento de paredes de mampostería. El resultado derivó en la demolición parcial o total de varios edificios en las parroquias del cantón. Pese a que muchos especialistas consideran esto como un daño secundario por no ser afectada la estructura principal, estas afectaciones provocan abundantes pérdidas económicas al dañarse puertas, ventanas, redes hidráulicas y de alcantarillado en instalaciones hoteleras y en obras sociales y privadas. (Figura 7).



**Figura 6.** Centro comercial de Portoviejo. (Foto: Hidalgo, 2016).





**Figura 7.** Vivienda particular parcialmente destruida en Portoviejo. (Foto: Hidalgo, 2016).

La existencia de una pobre unión entre columnas y losas produjo un proceso de asentamiento de las losas de entrepiso conllevando al aplastamiento total de la estructura por el derrumbe total de las losas.

Las encuestas arrojaron el mal estado presente en el fondo habitacional de las parroquias del cantón de Portoviejo en el momento de ocurrir ambos eventos sísmicos. Los bajos parámetros de resistencia del hormigón armado intervinieron directamente en la poca firmeza y rigidez de los elementos estructurales y por consiguiente

de toda la edificación. Edificios con grandes espaciamientos, sin refuerzos transversales, fomentaron el inadecuado confinamiento, resistencia y ductilidad de los elementos estructurales ante acciones sísmicas.

En el caso de las inundaciones por lluvias en el cantón de Portoviejo, se provocaron deslaves en las colinas que rodean el valle de la ciudad, específicamente en la Loma del Calvario ubicada en el barrio Fátima que pertenece a la parroquia urbana Picoaza. También hubo afectaciones en la ciudadela Cevallos. (Figuras 9-14).



**Figura 8.** Hotel “El Gato” de Portoviejo totalmente colapsado. (Foto: Hidalgo, 2016).





**Figura 9.** Alhajuela inundada.



**Figura. 10.** Cruz alta de Miguelillo, Calderón. (Fotos. Hidalgo, 2016)



**Figura 11-14.** Vista aérea y estado de vías y edificaciones producto de las inundaciones en Portoviejo. (Fotos. Hidalgo, 2016)

En el caso de la parroquia rural Crucita que tiene acceso al océano Pacífico con 13 kilómetros de hermosas playas, una amenaza constante es la posible incidencia de tsunamis por la presencia cercana del mar. En el sismo del 16 de abril del 2016 no se generó esta amenaza, pero a pesar de esto es latente en el territorio producto de

la constante actividad sísmica en el fondo marino del país, así como por el antecedente de tsunamis que se tiene en la región el cual data del año 1942. Este evento ocurrió en Manta y, aunque no hay registro de haber afectado a la parroquia Crucita, se deben desarrollar acciones preventivas. También el posible ascenso del nivel medio del mar a

mediano y largo plazo es un factor de amenaza que merece un estudio de vulnerabilidad urbana ya que algunas construcciones están a menos de 30 metros del mar.

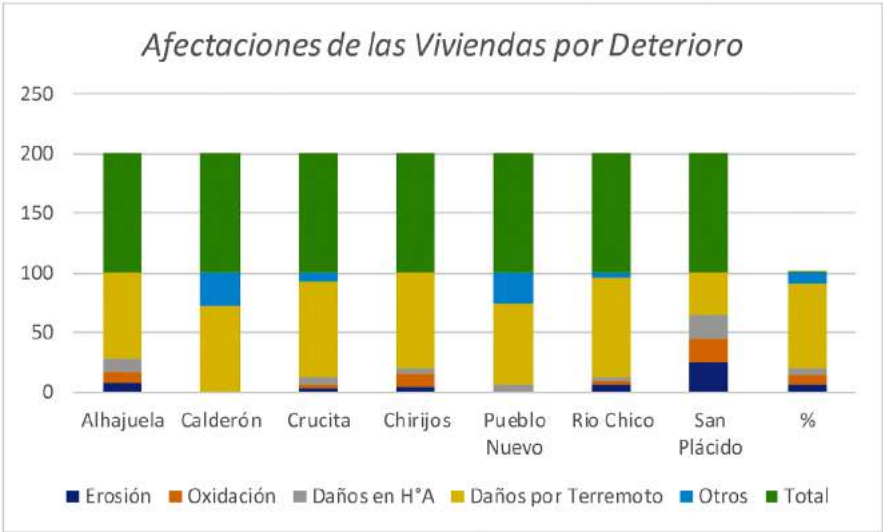
### 3.2. Caracterización y diagnóstico de las viviendas del cantón de Portoviejo

Mediante el trabajo de campo se determinaron las características de los materiales con que fueron construidas las viviendas en las parroquias del cantón Portoviejo.

También se obtuvo información sobre la poca aplicación de normas y técnicas constructivas vigentes para la construcción de las edificaciones verificadas. Las visitas a las diferentes parroquias urbanas y rurales permitieron realizar el diagnóstico sobre la construcción de las viviendas en los últimos 20 años, determinándose una afectación de un 70, 92% de las viviendas por el sismo (ver Tabla y Grafico 1). Las afectaciones fluctúan desde leve a grave. El nivel de desalojo en estas edificaciones e improvisación para construcción de covachas fue alto, (Ver Figura 15.)

**Tabla 1.** Afectaciones de las viviendas por daños estructurales y respuesta ante el sismo en las siete parroquias rurales del cantón de Portoviejo.

Deterioro	Alhajuela	Calderón	Crucita	Chirijos	Pueblo Nuevo	Rio Chico	San Plácido	%
Erosión	7,5	0	3	5	0	6	25	6,71
Oxidación	10	0	3	10	0	3	20	6,64
Daños en H°A	10	0	6	5	6	4	20	7,36
Daños por Terremoto	72,5	73	81	80	68	82	35	70,92
Otros	0	27	7	0	26	5	0	8,37
Total	100	100	100	100	100	100	100	100%



**Gráfico 1.** Afectaciones de las Viviendas en las siete parroquias estudiadas por deterioro constructivo.



**Figura 15.** Espacios de protección improvisados por los habitantes. (Fotos: Hidalgo, 2016)

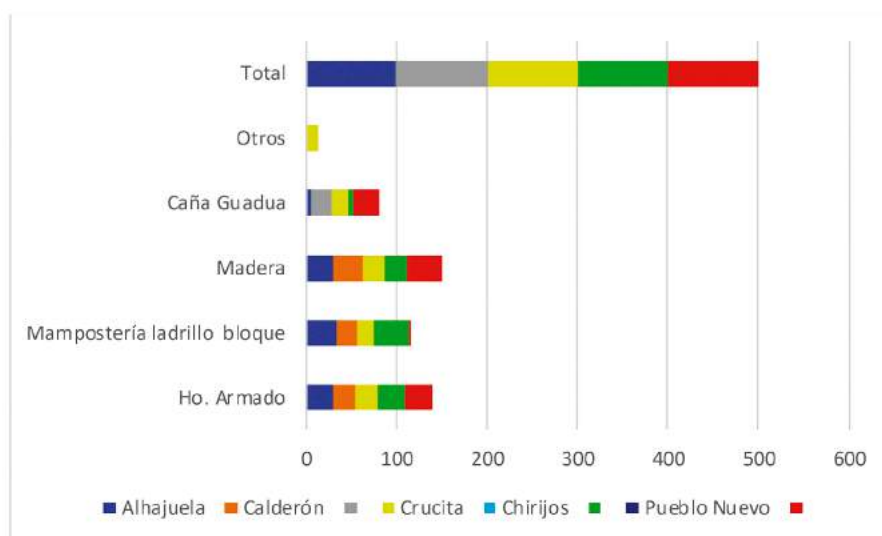
La utilización de materiales para la construcción de las viviendas en su estructura transita desde el empleo del hormigón armado, hasta el uso de materiales como la mampostería con empleo de ladrillo o bloque en un 54%. Generalmente la cubierta es de losa o zinc en el orden del 95,14%, (ver Tabla2 y Gráficos 2 y 3). Los materiales para la elaboración de estas viviendas generan alto consumo de energía

y  $CO_2$ , elevan la temperatura interior de la vivienda y no aprovechan las condiciones de su entorno; el restante porcentaje de viviendas se construye con madera, caña guadua y cady de cubierta. Es de resaltar que la afectación a la vivienda vernácula tradicional en el terremoto del 16 de abril fue mínima, generada más bien por algunas fallas en la construcción y no por la calidad de los materiales, (Ver Figura 16).

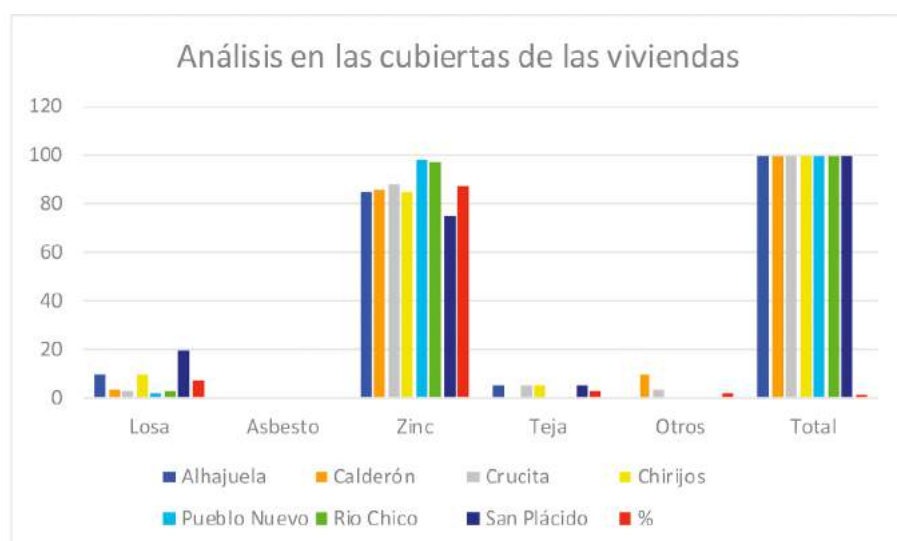
**Tabla 2.** Uso de materiales de construcción en las viviendas de las siete parroquias rurales del cantón de Portoviejo.

Materiales de Construcción	Alhajuela	Calderón	Crucita	Chirijos	Pueblo Nuevo	Rio Chico	San Plácido	%
Ho. Armado	30	24	25	30	31	47	25	30,29
Mampostería (ladrillo y bloque)	35	22	17	40	2	10	40	23,71
Madera	30	32	24	25	39	25	30	29,29
Caña Guadua	5	22	20	5	28	16	5	14,43
Otros	0	0	14	0	0	2	0	2,29
Total	100	100	100	100	100	100	100	100%





**Gráfico 2.** Procesamiento del empleo de materiales de construcción en las viviendas y parroquias analizadas.



**Gráfico 3.** Uso de materiales de construcción en las cubiertas de las viviendas.



**Figura 16.** Tipos diferentes de materiales usados en la construcción de las viviendas.

En las parroquias rurales de Portoviejo se encuentran plantaciones de guachapelí, moral, algarrobo y caña guadua, cuya madera es utilizada para la construcción. En las parroquias Riochico, Calderón, y Crucita este potencial no es tan aprovechado ya que la mayoría de las viviendas son de hormigón armado y mampostería. En el caso de la parroquia Pueblo Nuevo, San Plácido, Chirijos y Alhajuela, se hace un mayor uso de la madera en muchos casos realizando construcciones mixtas de hormigón y madera.

Se aprecia que los habitantes del cantón de Portoviejo cada día se alejan más de construir con materiales alternativos y

propios de la localidad, de manera tal que la vivienda vernácula, considerada tradicional, no está siendo promovida. Este tipo de edificación emplea materiales que no generan contaminación y permiten que el manabita pueda mejorar su nivel de confort ambiental en el interior de estos espacios, (Ver Figura 17.)

En cuanto a la calidad de los materiales utilizados en las viviendas, el 42% está en buenas condiciones y el 58 % no lo está (Ver Tabla 3 y Gráfico 4). Entre más antigua es la vivienda, mayor es su deterioro, lo cual ocurre fundamentalmente por la continua falta de mantenimiento. (Ver Figura 18)

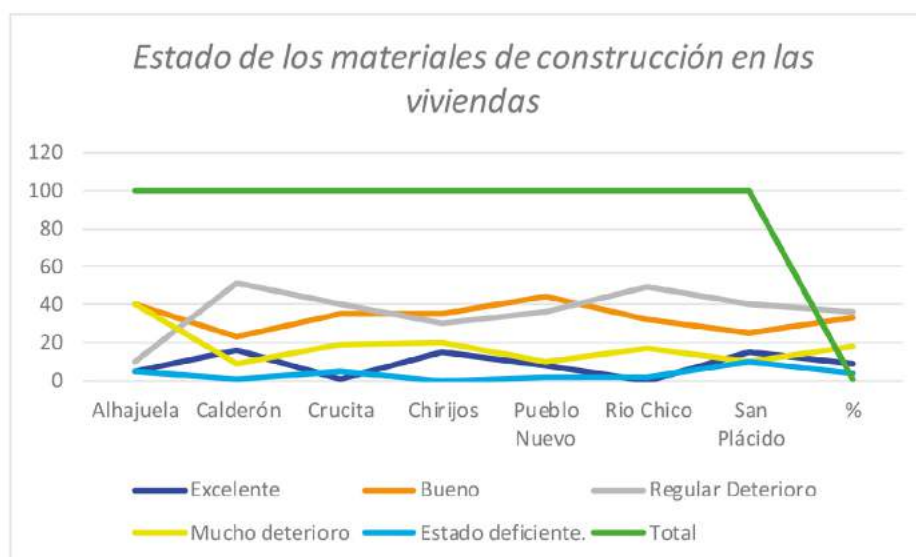


**Figura 17.** Distintos tipos de cubiertas empleadas en las viviendas del cantón de Portoviejo.

**Tabla 3.** Estado técnico -constructivo de las viviendas de las siete parroquias rurales del Cantón de Portoviejo.

Bueno	40	23	35	35	44	32	25	33,43
Regular Deterioro	10	51	40	30	36	49	40	36,57
Mucho deterioro	40	9	19	20	10	17	10	17,86
Estado deficiente.	5	1	5	0	2	2	10	3,57
Total	100	100	100	100	100	100	100	100%





**Gráfico 4.** Procesamiento del estado de los materiales de construcción en las viviendas.



**Figura 18.** Estado técnico-constructivo de las viviendas y uso de diferentes materiales de construcción.

Las encuestas arrojaron que el uso de los materiales de construcción del entorno es considerado por las comunidades como un aspecto anticuado o fuera de “moda”. Los residentes prefieren continuar empleando materiales como el hormigón armado y

eleva el costo y consumo de energía de sus construcciones. En la tabla 4 se observa la mayor procedencia de los materiales de construcción de las viviendas del sitio. (Ver Tabla 4)

**Tabla 4.** Procedencia de los materiales de construcción de las viviendas en las parroquias rurales del cantón de Portoviejo.

Procedencia	Alhajuella	Calderón	Crucita	Chirijos	Pueblo Nuevo	Río Chico	San Plácido	%
Canteras	50	17	33	37,5	24	39	40	34,36
Ferreterías	50	7	35	62,5	34	35	60	40,50
Distribuidores	0	33	31	0	15	18	0	13,86
Reciclajes	0	0	0	0	0	1	0	0,14
Otros (Madera del sitio)	0	43	1	0	27	7	0	11,14
Total	100	100	100	100	100	100	100	100%

Se pudo determinar que el sitio de extracción de donde provienen los materiales de construcción utilizados en la mayoría de las parroquias rurales de Portoviejo son: las canteras ubicadas en la parroquia Picoazá y la arena proviene de la parroquia Crucita. La madera y la caña guadua se produce en la propia zona de estudio.

El entorno de las viviendas se encuentra deforestado, ya que solo el 17,29% de las casas tienen vegetación a su lado o en los alrededores. El otro 82,71 % presenta viviendas ubicadas en terrenos baldíos, sin corrientes de aguas como ríos u otro elemento de la naturaleza que contribuya a bajar la carga energética de las viviendas, (Ver Tabla 5 y Figura 19).

La asesoría técnica para la construcción de las viviendas se reduce a un 16,52%, (ver Tabla 6). Los pobladores restantes contratan albañiles, maestros carpinteros o los mismos propietarios realizan las construcciones de sus respectivas casas. Este elemento es considerado uno de los principales causantes de las afectaciones sufridas en las viviendas por el terremoto del 16 de abril, ya que la mano de obra utilizada no es calificada. Esta variable investigada nos permite reflexionar sobre la poca cultura técnica que tienen los pobladores de las parroquias rurales analizadas.

**Tabla 5.** Ubicación de las viviendas del cantón Portoviejo respecto al medioambiente natural y construido.

Entorno de la vivienda	Alhajuela	Calderón	Crucita	Chirijos	Pueblo Nuevo	Rio Chico	San Plácido	%
Vegetación	5	42	1	30	12	1	30	17,29
Terrenos Baldíos	50	8	10	30	42	34	15	27,00
Viviendas cercanas.	37,5	22	88	30	44	65	45	47,36
Corrientes de agua	7,5	28	1	10	0	0	10	7,93
Otros.	0	0	0	0	2	0	0	0,43
Total	100	100	100	100	100	100	100	100%



**Figura 19.** Viviendas representativas con vegetación en su entorno Fotos: Hidalgo, 2016.

**Tabla 6.** Presencia de asesoría Técnica en la construcción de las viviendas.

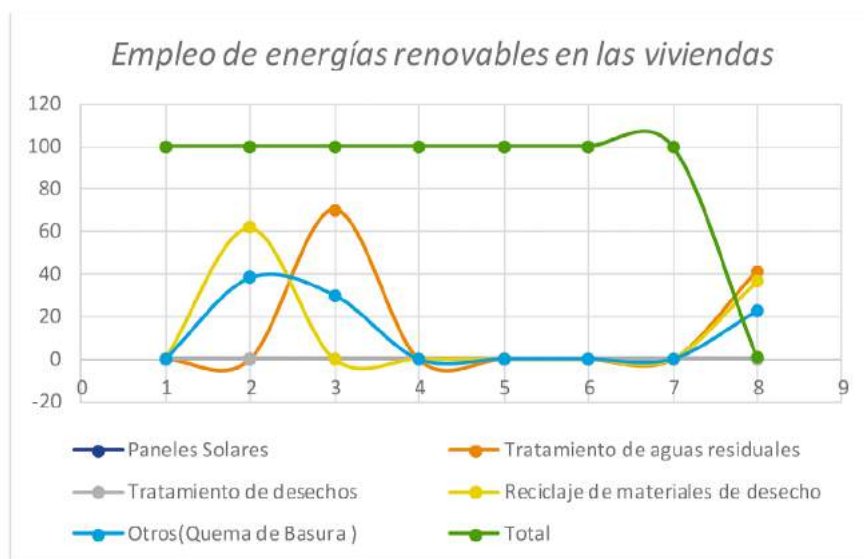
Asesoría Técnica	Alhajuela	Calderón	Crucita	Chirijos	Pueblo Nuevo	Rio Chico	San Plácido	%
Arquitectos	5	0	9	0	0	0	0	2
Ingenieros	20	8	19	5	11	8,8	30	14,52
Maestros de obra	65	33	56	35	12	45,6	15	37,32
Albañil	10	22	15	60	36	25,6	55	31,90
Otros (Carpinteros)	0	38	1	0	41	20	0	14,27
Total	100	100	100	100	100	100	100	100%

En las zonas rurales de Portoviejo no se observaron, en ninguna de las viviendas visitadas el empleo de energías renovables, tales como la energía solar fuente proveedora de electricidad. El tratamiento de aguas residuales solo existe en la parroquia Crucita (Ver Tabla 7 y Gráfico 5). Esta parroquia

por ser balneario principal de Portoviejo cuenta con el servicio de alcantarillado. Tampoco existe cultura del reciclaje para desechos orgánicos o inorgánicos. Se visualiza grandes áreas de quema de sembríos secos y basura (Ver Figura 20).

**Tabla 7.** Presencia de energías alternativas en las viviendas del cantón de Portoviejo.

Energías Renovables	Alhajuela	Calderón	Crucita	Chirijos	Pueblo Nuevo	Rio Chico	San Plácido	%
Paneles Solares	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Tratamiento de aguas residuales	0	0	70	0	0	0	0	41,18
Tratamiento de desechos	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Reciclaje de materiales de desecho	0	62	0	0	0	0	0	36,47
Otros (Quema de Basura)	0	38	30	0	0	0	0	22,35
Total	100	100	100	100	100	100	100	100%



**Gráfico 5.** Uso de energías renovables en las viviendas del cantón de Portoviejo



**Figura 2.8.** Quema de basuras y cultivos en los exteriores de las zonas rurales de Portoviejo.

Los niveles de riesgo en las zonas rurales de Portoviejo se manifiestan en un 25 % de susceptibilidad ante deslaves o deslizamientos de tierra y en un 55 % ante las inundaciones por crecida de ríos o penetración del mar. Esta última amenaza, como se planteó anteriormente, solo está presente en la parroquia costera Crucita, única de su tipo en el cantón de Portoviejo. Las amenazas sísmicas y otras de origen natural (como los tsunamis y elevación del nivel del mar por cambio climático) también fueron verificadas. (Ver Tabla 8). Con la población encuestada también se verificó el desconocimiento de los niveles de riesgo de la comunidad ante las diferentes amenazas. Los mapas de peligro, vulnerabilidades y riesgo existentes deben

ser actualizados, así como que se precisa la necesidad de capacitar a la población en la prevención y actuación ante estos fenómenos naturales.

### 3.4. Acciones Prospectivas para la gestión del riesgo en Portoviejo

Los sismos e inundaciones ocurridas en la comunidad portovejense dejaron algunas lecciones aprendidas que deben ser consideradas para minimizar la vulnerabilidad urbana y el riesgo costero ante eventos de moderada o gran intensidad. Las mismas figuran como medidas prospectivas y quedan relacionadas en la Tabla 9.

**Tabla 8.** Riesgo presente por posibles viviendas afectadas en las parroquias rurales.

Riesgo	Alhajuela	Calderón	Crucita	Chirijos	Pueblo Nuevo	Rio Chico	San Plácido	%
Deslaves	1	10	3	5	28	2	10	10,78
Deslizamientos	1	10	14	10	18	2	30	14,84
Inundaciones Fluviales	62	59	14	50	12	95	60	55,00
Inundaciones Marinas	0	0	1	0	0		0	0,31
Otros	36	21	68	35	42	1	0	19,06
Total	100	100	100	100	100	100	100	100%

**Tabla 9.** Lecciones aprendidas en los casos comparados de Santiago de Cuba y Portoviejo.

Tipos de amenazas	Acciones Prospectivas para la gestión del riesgo en Portoviejo
Sismos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Necesidad de un cambio en la norma técnico-constructiva para que los nuevos proyectos que se ejecuten en ambas ciudades presenten un diseño arquitectónico y estructural antisísmico.</li> <li>Necesaria ejecución de estudios de micro sismicidad.</li> <li>Elevar los controles municipales y velar por el cumplimiento de las ordenanzas y normas técnico-constructivas.</li> <li>Capacitar y concientizar a la población sobre el empleo de normas técnicas y en el cómo construir en zonas de alta amenaza sísmica.</li> <li>Desarrollar proyectos de cooperación nacional e internacional para formar capacidades en los modos de actuación, antes, durante y después de un evento sísmico.</li> <li>Hacer cambios de usos en edificaciones vulnerables desde el punto de vista estructural como es el caso de algunas escuelas que presentan sistemas prefabricados.</li> <li>Elevar la cultura ética y profesional en todos los entes que forman parte de la sociedad Portovejense.</li> <li>Crear condiciones en otras obras sociales para albergar damnificados, como en el caso del aeropuerto de Portoviejo que continúa siendo utilizado como albergue para damnificados del terremoto del 16 de abril de 2016. El aeropuerto fue cerrado y cambiado su uso en el 2010.</li> <li>Actualizar el mapa de riesgo sísmico de la ciudad.</li> </ul>
Inundaciones costeras	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos por penetración del mar e intensas lluvias para amenazas hidrometeorológicas de categorías I, III, V.</li> <li>Respetar las normas municipales lo que indica no construir en colinas ni en zonas que sobrepasen la cota 50.</li> <li>Necesidad de realizar acciones de capacitación a la población y gestionar el conocimiento en función de la gestión de los riesgos de desastres.</li> <li>Evaluar en profundidad los daños ecológicos en ecosistemas costeros y en su biodiversidad.</li> <li>Realizar estudios multi-amenazas que favorezca una adecuada toma de decisiones frente a estos fenómenos meteorológicos extremos.</li> <li>Elevar la cultura del riesgo de la población con relación a las inundaciones por huracanes e intensas lluvias.</li> <li>Transmitir por los medios de prensa, (televisión y radio) de manera sistemática cursos que incrementen la educación popular para la prevención de catástrofes.</li> <li>Entrenar a los gobiernos, entidades y el pueblo en general para enfrentar situaciones de emergencias. Para ello se deben realizar ejercicios demostrativos denominados Meteoros que son convocados por la Defensa Civil.</li> <li>Realizar proyectos nacionales sobre el impacto de la variabilidad del clima y el impacto del cambio climático en la ciudad de Portoviejo.</li> </ul>



## 4. Conclusiones

Se determina que el cantón de Portoviejo se expone frecuentemente a amenazas naturales. Dentro de estas, se evalúan como amenazas extremas los sismos y las inundaciones por crecida de ríos. Los sismos ocurridos en el cantón produjeron daños estructurales severos, la mayoría de estos derivados del mal estado técnico constructivo del fondo habitacional, así como por problemas derivados de un diseño arquitectónico no acorde con la realidad del comportamiento estructural de los edificios ante eventos de tipo sísmico.

Luego de la ocurrencia de la catástrofe sísmica, el centro histórico del cantón estudiado quedó devastado. Los núcleos comerciales, bancarios y de instituciones públicas y privadas prácticamente desaparecieron. La sociedad civil junto a los entes municipales, gremiales y gubernamentales tuvieron la misión de reactivar estas zonas devolviéndoles su dinamismo.

Portoviejo tiene siete parroquias rurales ubicadas en zonas de riesgo, los cuales demandan la elaboración de estudios más profundos sustentados en la realidad económica, política, social y ambiental de la región.

Algunos grandes daños producto de las inundaciones que tuvieron las parroquias analizadas fueron derivados por violaciones en el marco legal y normativo al asentarse gran parte de la población cerca de los márgenes del río Portoviejo. La evaluación determinó la necesidad de establecer cambios en el uso del suelo urbano, un mejor control de los proyectos urbanos y de las construcciones, todo ello bajo el amparo de una cultura ética y profesional de los expertos que planifican el territorio. Es

por esto por lo que los órganos de control del cantón deben ejercer una correcta proyección, construcción y fiscalización de las nuevas construcciones. Las instituciones públicas de planificación física juegan un rol fundamental en esta labor.

En el área de estudio de Portoviejo y sus parroquias rurales predominan el tipo de vivienda de hormigón armado y mampostería, de ladrillo con cubierta de zinc o losa de hormigón armado, además existen casas con materiales propios del medio como madera, caña y cubiertas de zinc que con el paso del tiempo ha remplazado al cadi. También existen viviendas mixtas.

El plan de desarrollo urbano de Portoviejo debe prohibir la construcción y extensión de la ciudad en las riberas del río. Esta debe ser una premisa del ente municipal. Es necesario reubicar las construcciones antiguas y no permitir el desarrollo de otras nuevas en el área de amortiguamiento.

Los entes provinciales y cantonales de Portoviejo, debe trabajar de conjunto con los centros para la Gestión del Riesgo de Desastres, así como con las entidades territoriales con competencias en la planificación y la reducción del riesgo, definiendo e incorporando las medidas de reducción del riesgo relacionadas dentro de los planes de ordenamiento territorial y ambiental.

Se deben promover acciones en relación con la participación pública de los habitantes de las diferentes parroquias urbanas y rurales del cantón, para que los habitantes de las comunidades formen parte activa en el diseño de políticas, reglamentaciones y medidas de intervención prospectiva del riesgo para cada una de sus zonas, considerando los materiales y tecnologías adecuadas bajo un control y seguimiento efectivo de las normas técnico-constructivas.

## Referencias

- ACOSTA, Araceli (2009): "Las zonas costeras vulnerables al cambio climático albergan el 10% de la población" en [www.offnews.info](http://www.offnews.info), acceso 12 de febrero de 2009.
- A/CONF.226/PC.1/5. Progresos logrados hasta la fecha en la aplicación del documento final de la segunda Conferencia de las Naciones Unidas sobre los Asentamientos Humanos (Hábitat II) y determinación de los problemas nuevos y emergentes del desarrollo urbano sostenible, acceso 8 de enero de 2017.
- AMA. (2014): (Grupo de Evaluación de Riesgo de la Agencia de Medio Ambiente) del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA). *Cuba. Metodologías para la determinación de riesgos de desastres a nivel territorial. Parte 1*. ISBN: 978-959-300-033-8. 110 p.
- BARRAGÁN Muñoz, Juan M (2003): "*Medio Ambiente y desarrollo en áreas litorales. Introducción a la Planificación y Gestión Integradas*". Servicio de Publicaciones Universidad de Cádiz.
- BATISTA Matos, R. (2006): *Cub@: Medio ambiente y Desarrollo*. Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente, Año 6, Vol. (10). La Habana, Cuba.
- BSRR2017. Boletín-Subdirección para Reducción del Riesgo. La Intervención Prospectiva del Riesgo de Desastres. Disponible en <http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/blogsrr/Lists/EntradasDeBlog/Post.aspx?ID=12> Consultado el 25 de mayo de 2017
- Botero, Camilo y Milanés Celene. (eds) (2015): *Aportes para la gobernanza marino-costera. Gestión del riesgo, gobernabilidad y distritos costeros*. Fondo de publicaciones de la Universidad Sergio Arboleda, Santa Marta, Colombia. ISBN: 978-958-8866-67-3. (Versión rústica). ISBN: 978-958-8866-68-0. (Versión pdf). 2015. p. 473-499.
- CARDONA Omar D (2001): "La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo. Una Crítica y una Revisión Necesaria para la Gestión". Artículo y ponencia para International Work-Conference on Vulnerability in Disaster Theory and Practice. Red de estudios sociales en prevención de desastres en América Latina. en [www.desenredando.org](http://www.desenredando.org) acceso el 10 de febrero de 2001).
- CHuy, Tomás. J., Orbera, L., HERNÁNDEZ, J. R. (1997): Dictamen Conclusivo. Comisión Ad-hoc para la determinación de las Zonas Sismogénicas de la región Oriental de Cuba y zonas aledañas. Revista electrónica Ciencia en su PC. Vol. (2), No.2. Santiago de Cuba.
- Colectivo de Autores (2011). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del Cantón Portoviejo. Gobierno descentralizado Portoviejo.
- Colectivo de Autores (2010): "Un estudio de amenazas naturales". Consultado en el Grupo de gestión de riesgos del Estado Mayor de la Defensa Civil en Santiago de Cuba.
- DELGADO Villasmil, Jesús R "Riesgos ambientales". Centro de Estudios Integrales del Ambiente (CENAMB), Universidad Central de Venezuela. en [www.ucv.ve/cenamb/paginas/riesgos\\_ambientales](http://www.ucv.ve/cenamb/paginas/riesgos_ambientales) acceso el 31 de marzo de 2012.
- DIARIO "El comercio", Quito. Edición del 12 de Septiembre de (2016). Mayra Pacheco (red).
- DIRECTIVA No. 1 (2010) del vicepresidente del Consejo de Defensa Nacional para la planificación, organización y preparación del país para las situaciones de desastres. [En línea] La Habana: Consejo de Defensa Nacional, 2010. en: [http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/desastres/directiva\\_vp\\_cdn\\_sobre\\_desastres.ultima\\_version.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/desastres/directiva_vp_cdn_sobre_desastres.ultima_version.pdf) acceso el 11 de noviembre de 2014.

- ECURED (2017): en [https://www.ecured.cu/Santiago\\_de\\_Cuba](https://www.ecured.cu/Santiago_de_Cuba) acceso el 9 de enero de 2017
- FERRER, M (2000): "Peligros y riesgos provocados por fenómenos naturales en la zona tropical americana. Ejemplos de mitigación en Cuba y otros países". Revista bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales. Universidad de Barcelona, en [www.cap-net-esp.org](http://www.cap-net-esp.org) acceso el 15 de junio de 2016.
- GORC. (2000): Gaceta Oficial de La República de Cuba Decreto ley No. 212 Gestión de la Zona Costera., 8 de agosto del 2000.
- LAVELL Allan (2009): "Gestión de Riesgos Ambientales Urbanos", (en línea) en [www.desenredando.org](http://www.desenredando.org), acceso el 21 de marzo del 2009.
- Lavell, A., et. al. (2003). La gestión local del riesgo: nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica. Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central (CEPREDENAC), Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).
- MILANÉS B, Celene (2014): Gestión de riesgos costeros: experiencias desde el oriente cubano. En memorias del V Taller Internacional "Encuentro por el Mar y la Costa". Santa Marta, Colombia. Conferencia.
- MILÁN P, José Antonio (1998) "*Manual de estudios ambientales para la planificación y los proyectos de desarrollo*". Universidad Nacional de Ingeniería. Managua. Nicaragua, ISBN: 99924-854-0-X, 2004.
- MILANÉS Batista, Celene et al (2015): El enfoque social en la gestión del riesgo en Cuba. En Botero, Camilo, y Milanés Celene (eds.). *Aportes para la gobernanza marino-costera. Gestión del riesgo, gobernabilidad y distritos costeros*. Fondo de publicaciones de la Universidad Sergio Arboleda, Bogotá, Colombia. 2015. ISBN: 978-958-8866-67-3. (Versión rústica). ISBN: 978-958-8866-68-0. (Versión pdf). p. 427-454.
- MILANÉS B, Celene. (2014): La gestión de riesgos costeros como paradigma ante los desastres. *Boletín informativo Innova del IEMP*–Instituto de Estudios del Ministerio Público de Bogotá, Colombia.
- MILANÉS Batista, Celene et al: La gestión del riesgo costero en la provincia de Santiago de Cuba. En Botero, Camilo, y Milanés Celene (eds.). *Aportes para la gobernanza marino-costera. Gestión del riesgo, gobernabilidad y distritos costeros*. Fondo de publicaciones de la Universidad Sergio Arboleda, Bogotá, Colombia. 2015. ISBN: 978-958-8866-67-3. (Versión rústica). ISBN: 978-958-8866-68-0. (Versión pdf). p. 427-454.
- MILANÉS Celene y PACHECO Alicia. Asentamientos costeros en la bahía de Santiago de Cuba: Estudio de su vulnerabilidad urbana. (En línea) Arquitectura y urbanismo Vol. XXXII. N° 3 p.18. La Habana, 2011. en <http://es.scribd.com/doc/86054921/Revista-Arquitectura-y-Urbanismo-3-2011> acceso el 12 de octubre de 2015
- PÉREZ M., MILANÉS Batista C., et al. "Estudio de peligro, vulnerabilidad y riesgos por penetraciones del mar en los municipios costeros de Santiago de Cuba". Informe inédito. Delegación Territorial del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medioambiente en Santiago de Cuba y Centro de Estudios Multidisciplinarios de Zonas Costeras (CEMZOC), Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, 2012. 130 p.
- Srabani Roy Cambio Climático: Costas en peligro inminente. en [HTTP://WWW.IPSNOTICIAS.NET/2007/03/CAMBIO-CLIMATICO-COSTAS-EN-PELIGRO-INMINENTE/](http://www.IPSNOTICIAS.NET/2007/03/CAMBIO-CLIMATICO-COSTAS-EN-PELIGRO-INMINENTE/) acceso el 09 de enero de 2017.
- VARGAS, Herlinda Silva Poot (2003): "Forma urbana y vulnerabilidad", en [http://www.medioambiente.cu/revistama/10\\_04.asp](http://www.medioambiente.cu/revistama/10_04.asp) acceso el 20 de febrero de 2016.

## CAPÍTULO 8

# Riesgos causados por la erosión costera en la provincia de Santiago de Cuba. Ideas para su gestión

*Liber Galbán Rodríguez\**

\* Departamento de Hidráulica. Universidad de Oriente. Cuba

### Resumen

La provincia Santiago de Cuba actualmente presenta distintas condiciones de peligro, vulnerabilidad y riesgos ante diversos procesos y fenómenos erosivos en sus costas, los cuales inciden en su desarrollo social y económico. En este trabajo se realiza una revisión de las aristas fundamentales alrededor de esta temática desde una perspectiva actualizada de acuerdo con las investigaciones recientemente realizadas.

## 1. Introducción

El estudio y consideración de diferentes procesos y fenómenos geológicos (terremotos, deslizamientos y deslaves, inundaciones, erosión costera y continental, carso, etc.) es una tarea importante para la planificación física, el ordenamiento territorial, la reducción de los riesgos y desastres. Se puede vivir bien o mal con los riesgos geológicos; bien si se tiene conciencia de ellos, mal si son ignorados. Es tarea de los especialistas de las geociencias hacer ver dónde hay riesgos, evaluarlos y realizar las recomendaciones necesarias para reducirlos.

Actualmente existen numerosas medidas para prevenir, mitigar y reducir los riesgos geológicos. En cuanto a terremotos, por ejemplo, no se puede predecir cuándo van a ocurrir, pero sí delimitar áreas de peligro, vulnerabilidad y riesgos donde puede haberlos en las próximas décadas, determinar el alcance de las sacudidas, diseñar nuevas construcciones resistentes y reforzar las antiguas, entre otras. En esta labor, la zonificación ingeniero geológica de las áreas más expuestas a ser impactadas por procesos y fenómenos geológicos es un instrumento indispensable para elaborar planes de reducción de desastres y para

reducir la vulnerabilidad de la población potencialmente afectada.

Uno de los fenómenos geológicos que más impacta en cuanto a transformaciones del relieve y el paisaje, es la erosión, que a su vez tiene distintos orígenes, los más comunes son: la causada por las intensas lluvias y los ríos sobre el terreno (erosión fluvial) y la erosión marina.

Particularmente la erosión marina, es el desgaste sobre una superficie causado por el mar, es la erosión causada en lo fundamental por las olas del mar sobre nuestras costas. Está en correspondencia con determinados factores como por ejemplo la litología, la velocidad del viento la altura, etc., genera distintas formas geológicas litorales (Galbán, 2012),

La erosión costera puede clasificarse en tres tipos:

1. Erosión diferencial. (producida por las mareas y corrientes marinas).
2. Erosión de acantilado. (producida por las olas).
3. Erosión por acción de Tormentas costeras. (producidas por la combinación de eventos meteorológicos severos con las olas del mar).

Las olas se generan en las regiones oceánicas de vientos violentos y constantes, a estas olas provocadas por el viento se les llama olas forzadas. La caída de estas olas sobre el agua genera ondulaciones llamadas olas libres u oleaje, que son las que llegan hasta las costas. Sin embargo, sus características dependen del viento. Al alcanzar la costa las olas cambian de dirección, disminuye su velocidad, y se transforman, debido a la topografía marina, principalmente a la reducción de la lámina de agua.

El exceso de altura y la disimetría debida al empuje de las olas posteriores provoca un exceso de arqueado, la caída de la cresta y la ruptura de la ola. De esta forma el movimiento de ondulación se transforma en movimiento de translación y es en esta zona de rompiente donde la ola adquiere competencia morfogenética. Según sea la acción morfogenética de las olas se distinguen el movimiento de *swash* u ola constructiva, de carácter remontante y que se proyecta sobre la playa, capaz de mover grandes cantidades de carga sólida, debido a su carácter turbulento, y el movimiento de resaca o *backwash*, que es el flujo de retorno que se efectúa en forma de arroyada en manto por debajo de la superficie del agua. Este mecanismo es un agente morfogenético muy poderoso, ya que es continuo. El accionamiento se produce allí donde abate la ola, y laminar a lo largo del flujo de resaca. Además, la resaca transporta material grueso hacia el interior, y el *swash* deposita en la playa los materiales más finos. Se forma así una selección de materiales que van de finos a gruesos.

Este mecanismo tiene efectos diferentes sobre un acantilado. La diferencia principal es que se produce un efecto de presión neumática provocada por el agua y el aire que queda atrapado en las irregularidades de la roca. Se trata de un mecanismo de compresión y descompresión continuo que provoca un poderoso efecto de succión, que es capaz de producir derrumbamientos, sobre todo de las rocas más deleznales. De esta manera el agua se carga con materiales sólidos que ejercen una acción de ametrallamiento sobre la roca afectada por la acción de las aguas marinas. Esto provoca la abrasión de la zona, formando la rasa litoral. La zona sobre la que baten las olas presenta una banda mordida que deja en extra plomo el resto del acantilado, también llamada nicho de marea (Figura 1).





**Figura 1.** Vista de la erosión provocada por el mar en las costas creando los nichos de marea en acantilados.

Las corrientes marinas también tienen sus efectos morfogenéticos. Las de mayor competencia son aquellas que afectan al litoral, las mareas o los mecanismos de arrastre de la carga sólida. La ruptura de las olas genera diversas corrientes. El movimiento de resaca genera una corriente de fondo o bien una corriente de arrastre localizadas en puntos concretos de la costa. Ambas son corrientes perpendiculares a la costa. También existe una corriente paralela a la costa, que aparece cuando las olas inciden oblicuamente sobre ella, llamada deriva litoral.

La alternancia de mareas, altas y bajas, generan corrientes de marea. Son más fuertes cuanto más estrecho en el paso de salida y cuanto más diferencia hay entre la bajamar y la pleamar. La penetración de la marea en un estuario, a contracorriente del flujo del río, normalmente va acompañada de la formación de un mascaret, ola formada por el encuentro de los dos flujos y que tiende a subir río arriba. Este mecanismo tiene pocas consecuencias morfogenéticas, ya que los vectores de actuación son reversibles, según domine la marea alta o la marea baja. Cuando las aguas marinas se invaden

las fluviales impulsadas por un mascaret se llama marea de salinidad, mientras que cuando las aguas fluviales penetran en el mar generan un refluo que se llama marea dinámica. Estas dos corrientes, opuestas, pueden reforzarse cuando hay aportes masivos de agua, creando una corriente de descarga.

Todas estas corrientes afectan a masas de aguas localizadas y turbulentas, hasta las cercanías del fondo, y afectan a la morfogénesis litoral movilizandolos fragmentos sueltos. En función de la velocidad podemos tener formas de *deposición*, según el calibre, y fenómenos de *transporte*. Las modalidades de transporte coinciden con las que se dan en las corrientes de agua, suspensión, saltación, rodamiento y arrastre. Su competencia morfogenética es mucho mayor que la de las grandes corrientes oceánicas.

En el agua marina se encuentran disueltas diversas sales, particularmente cloruro de sodio, lo que proporciona al agua de una notable actividad química. Sus consecuencias morfológicas se concretan en elementos de detalle. Los más relevantes

están relacionados son la *disolución de la caliza* y la *hidrólisis de las rocas silíceas*.

Sobre las rocas calizas se forman lapiares y dolinas en la zona litoral salpicada por pequeñas gotas que permanecen cierto tiempo sobre la roca. También encontramos formas cársticas sumergidas (aunque no aparecen micro formas) principalmente en la zona que queda por encima de la menor bajamar. Además de las formas de disolución encontramos, también, formas de precipitación del carbonato cálcico, como los greses de playa y los gres dunares, fruto de la cementación de las arenas por caliza. Son característicos de los mares cálidos.

La hidrólisis también genera en las rocas silíceas del litoral oquedades similares a las calcáreas. La hidrólisis transforma los silicatos en arcilla, argilización, más fácilmente erosionable. Su desarrollo es más importante mientras más silicatos tenga la roca, por lo tanto, en las rocas volcánicas es más limitado, y más activo en los granitos. En las rocas permanentemente sumergidas este mecanismo queda bloqueado, al no existir mecanismos de transporte que retiren la parte afectada y descubra nueva roca sana que pueda ser atacada. En determinadas rocas muy sensibles a la hidrólisis la argilización es total y la turbulencia del agua permite el desarrollo de formas submarinas en la roca.

El desarrollo de los arrecifes coralinos es un elemento que retrasa los procesos erosivos costeros debido a su incidencia en la disminución de la velocidad de las corrientes marinas y del oleaje. Existen finalmente un conjunto de indicadores que inciden en esta erosión, los que se recogen en la Tabla 1.

En las costas también inciden los procesos erosivos fluviales, los que en muchos casos se combinan con los marinos para crear las formas costeras descritas con anterior-

idad. La característica fundamental de la erosión fluvial o costera, es que ocurre fundamentalmente por acción mecánica, la acción química es relativamente pequeña en la fluvial, aunque se incrementa en las costas, y esto se debe precisamente a que las aguas del río presentan una velocidad de traslación muy alta en comparación con las aguas estancadas y semi – estancadas; en las costas suceden por el constante golpeteo de las olas sobre las rocas, y en menor medida, por la acción de las corrientes marinas. En terrenos calcáreos es frecuente la aparición de cuevas subterráneas causadas por la erosión química del agua, que transforma el carbonato insoluble en bicarbonato soluble.

Los ríos en todo su cauce generan erosión de fondo o lecho y erosión lateral o de ribera; cuando se adentran en las zonas costeras, se asocian a estructuras de deltas (erosión lateral) o estuarios (erosión de fondo), lo que también tiene que ver con el tipo de costa que se trate: En las costas abruptas cercanas a zonas montañosas los ríos generan estuarios y en las zonas costeras precedidas por grandes llanuras generan deltas.

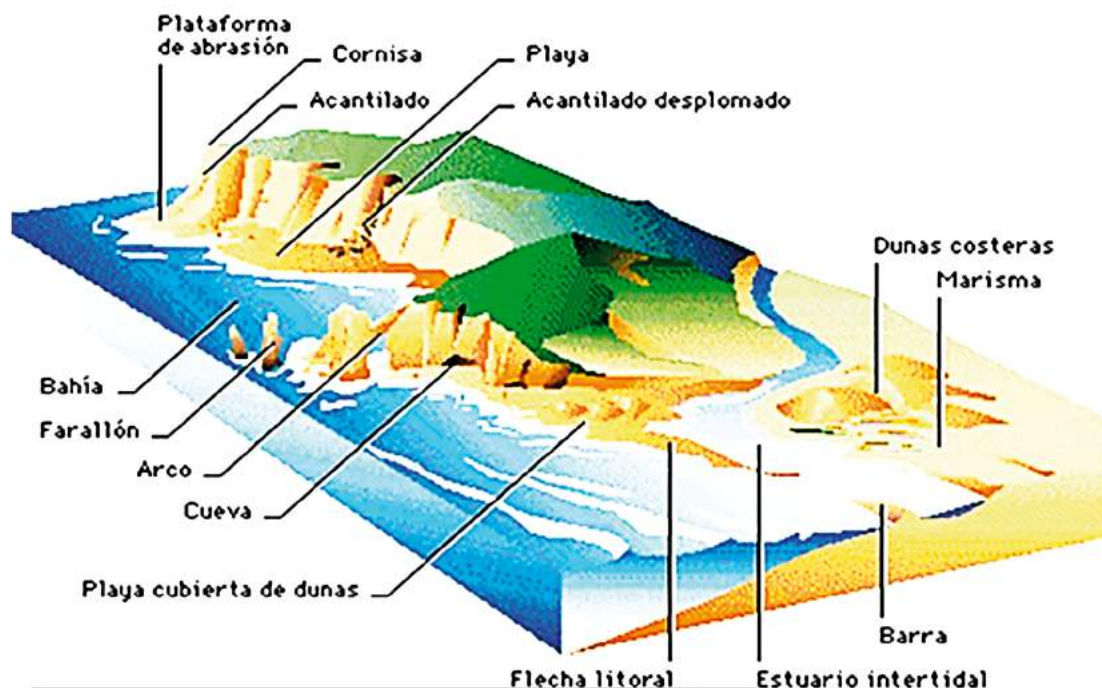
Muchos de los fragmentos que son arrastrados por el río van a parar a sus desembocaduras, es por eso que es posible encontrar grandes depósitos de determinados elementos químicos y minerales allí, muchos yacimientos minerales explotados en el mundo provienen de depósitos producto a la erosión fluvial.

El final del proceso erosivo fluvial tiene lugar en la desembocadura del río en la costa, aunque en algunos casos, la fuerza de la corriente es capaz de seguir erosionando el fondo de la plataforma continental y formar un valle submarino. Estos procesos combinados de erosión marina en las costas dan lugar a formas costeras típicas, entre ellas (Figura 2):

**Tabla 1.** Indicadores básicos para determinar el riesgo ante la erosión marino-costera de una región o área determinada (Galbán *et al*, 2012).

Elemento a evaluar	Indicador	Grado de evaluación/valor promedio $\geq 0$ – $\leq 1$			
		Bajo 0.125	Bajo 0.375	Bajo 0.625	Bajo 0.875
Peligro	Tipo de suelo	Roca de cualquier tipo, sedimentaria o cristalina (Suelos rígidos)	Rocas medianamente compactadas (Depósitos estables de suelos no cohesivos o arcillas duras)	Rocas de baja compactación (Depósitos de arcillas blandas o medias y arenas)	Sedimentos cuaternarios de reciente formación (rocas blandas)
	Pendiente topográfica	Más del 45 %	Entre 25 y 45 %	Entre 15 al 25 %	Menor del 15 %
	Velocidad de las corrientes marinas	Menores de 10 cm/s-1	Entre 10–20 cm/s-1	Entre 20 y 40 cm/s-1	Mayores de 40 cm/s-1
	Velocidad media del viento	Menores a 50 km/h	Entre 50 y 120 km/h	Entre 120 y 240 km/h	Más de 240 km/h
	Vegetación costera	Más del 70 %. Cobertura arbórea bien desarrollada (bosques de manglares y otros bien desarrollados)	Entre el 70 – 40 %. Cobertura arbórea medianamente desarrollada	Entre el 40–20 %. Cobertura arbórea pobremente desarrollada con intercalaciones constantes de cobertura herbácea, cultivos y plantaciones	Menos del 20 %. Áreas denudadas con escasa cobertura herbácea y arbustiva
	Coefficiente de permeabilidad (cm/s)	Menor que 10-8	Entre 10-8 y 10-5	Entre 10-2 y 10-5	Menor que 10-2
	Índice de poros	Menor que 0,15	0,15 – 0,25	Entre 0,25 y 0,50	Mayor de 0,50
Fenómenos geológicos secundarios o inducidos	Desarrollo de arrecifes coralinos	Arrecifes coralinos bien desarrollados a lo largo de la costa	Arrecifes coralinos medianamente desarrollados a lo largo de la costa	Arrecifes coralinos poco desarrollados a lo largo de la costa	Ausencia de arrecifes coralinos
	Desarrollo de distintas formas de carso costero y otras formas geológicas	Aparición de dientes de perro, farallones, barrancos en zonas de rocas cristalinas y de elevada pendiente.	Colapsos moderados, formación de casimbas, cavernas, etc., de diámetro reducido, acantilados desplomados, aparición de ensenadas, calas, etc.	Colapsos, caída de bloques formación de casimbas, cavernas, etc., de diámetros considerables, formación de playas, plataformas de abrasión, etc.	Colapsos, caída de bloques, formación de casimbas, cavernas, socavones, etc., de grandes dimensiones, manifestación de barras y flechas litorales, estuarios, playas bien desarrolladas y lagunas costeras.
	Lanzamiento de rocas hacia la costa	Bloques menores de 3 m <sup>3</sup>	Bloques entre 1 y 3 m <sup>3</sup>	Bloques entre 3 y 10 m <sup>3</sup>	Bloques mayores de 10 m <sup>3</sup>

- Cabos: Son partes de la costa que se adentran de forma aguda en el mar.
- Golfos: Un golfo es una penetración de grandes dimensiones del mar en la costa formando una curva. En cada extremo suele tener un cabo.
- Ensenadas: Se llama así a una bahía o un entrante de mar reducido y protegido.
- Calas: Una cala es una ensenada estrecha y de paredes escarpadas.
- Albuferas: Cuando una bahía queda convertida en un lago, al ser cerrada su unión con el resto del mar por un cordón litoral, se forma una albufera.
- Estuarios: Es la zona de la desembocadura de un río en la que penetra la erosión del mar.
- Deltas: La zona amplia de la desembocadura de un río donde se depositan sedimentos por encima del nivel del agua. Estos materiales pueden proceder de la erosión fluvial, marina o de ambas.
- Rías: Son las zonas de antiguos valles fluviales inundada por aguas marinas. La costa adquiere una morfología que puede llegar a ser muy abrupta.
- Fiordos: Es como una ría, excepto que en este caso el valle ocupado por las aguas marinas es de origen glaciar. Dado que los valles glaciares tienen forma de U, las paredes de los fiordos suelen ser muy inclinadas o verticales.
- Playas
- Dunas costeras
- Tómbolas
- Acanilados
- Plataformas de abrasión
- Cuevas
- Flecha litoral
- Barras
- Arcos
- Farallones
- Lapiaces (Dientes de perro)



**Figura 2.** Formas costeras causadas o catalizadas por procesos erosivos en las costas. (Fuente: Enciclopedia Encarta)

La zona costera constituye entonces, el área de interacción entre el mar y la tierra incluye, por lo tanto, los recursos marinos y costeros; es el lugar más habitado del mundo (Galbán, 2016):

- Allí se encuentra el 60% de la población mundial. Cerca de las costas están situadas muchas de las mega ciudades del mundo, entre ellas están: Tokio y Yokohama en Japón, Nueva York, Los Ángeles, Miami y San Francisco en Estados Unidos, Vancouver en Canadá, Shanghái en China, Bombay en India, Sao Paulo y Rio de Janeiro en Brasil, Buenos Aires en Argentina, Ciudad de Cabo en Sur África, Sidney y Camberra en Australia, San Petersburgo en Rusia, La Habana en Cuba, entre otras.
- Es una zona de ecotono, por lo tanto, compleja y productiva. Lugar de asentamientos humanos muy antiguos, donde confluyen muchos intereses, a veces contrapuestos.
- Uno de los territorios más problemáticos, en donde se ponen en contacto tres medios: la tierra, el aire y el agua del mar y los ríos, interfieren entre ellos y están sujetos a la influencia de muchos factores, tanto físicos como químicos y climáticos, biológicos y humanos.

La erosión costera en los sistemas insulares, como las islas del Caribe, entre ellas Cuba, juega un papel trascendental en el cambio de paisaje e influye de forma decisiva en la actividad económica y social desarrollada en sus costas. Cuba es la isla más grande del Caribe, y por su forma estrecha y alargada, la zona costera cubre una porción aproximada de un 30% del territorio nacional y, en ella se desarrollan distintos procesos erosivos que influyen en la morfología de las costas; de las que, con excepción de los fiordos, se desarrollan todas las formas

costeras mencionadas con anterioridad, lo que significa que Cuba constituye un excelente polígono de estudio sobre relieve y morfología costera (Figura 3).

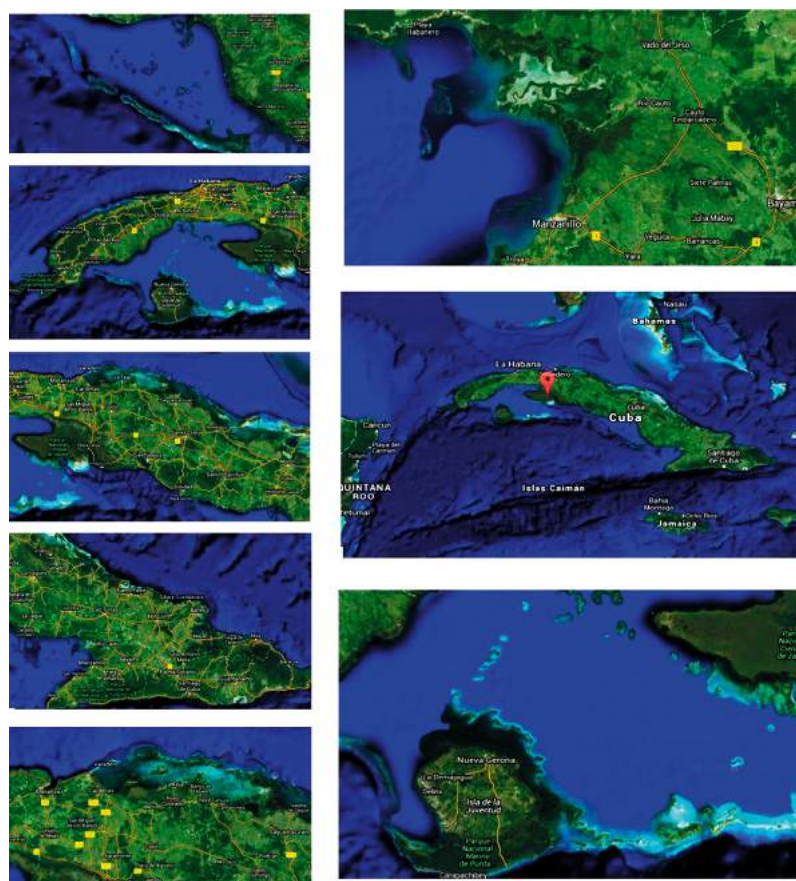
En la provincia Santiago de Cuba específicamente, se observan daños provocados por la consideración inadecuada de distintos procesos erosivos en localidades costeras. Muy significativo en el presente resultan las distintas afectaciones a las infraestructuras construidas, la agricultura, la vegetación y por ende, a la fauna y el hombre; señalando que la zona costera de esta provincia está expuesta a riesgos originados o catalizados por procesos erosivos que pueden llegar a restringir el desarrollo económico y social del territorio; por cuanto se evidencia la necesidad imprescindible de continuar investigando esta situación.

## 2. Ubicación geográfica y condiciones económico-sociales

La Provincia Santiago de Cuba se encuentra situada al sur de la región oriental, entre los 19°53', 20°12' de latitud norte y los 75°22', 77°02' de longitud oeste, limitando al oeste con Granma, al norte con Holguín, al este con Guantánamo y al sur con el Mar Caribe (Ver Figura 4). Su capital es la ciudad de Santiago de Cuba, segunda urbe más poblada del país (más de 500 000 habitantes). (ONEI, 2015)

Este territorio ocupa el décimo lugar en extensión entre las provincias cubanas, con una superficie total de 6 234,16 km<sup>2</sup> representando el 5.7% del total del país. Se divide en 9 municipios: Guamá, Santiago de Cuba, Palma Soriano, II Frente, III Frente, Songo la Maya, Contramaestre, San Luis y Julio A. Mella. Su población total es de





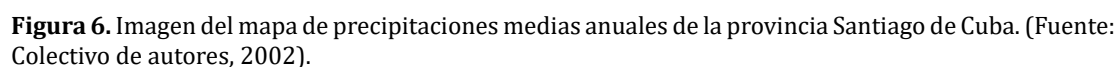
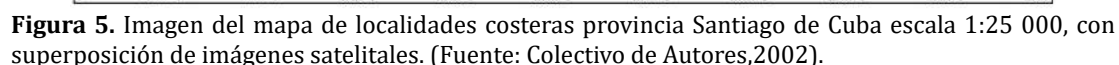
**Figura 3.** Collage de imágenes satelitales de Cuba y sus costas.



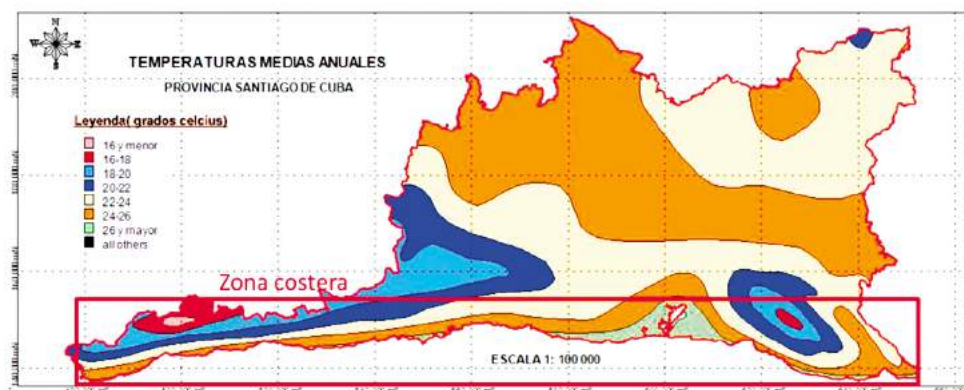
**Figura 4.** Ubicación geográfica de la provincia Santiago de Cuba, significando con un círculo blanco la ciudad cabecera (Arriba). Imagen satelital de la ciudad costera de Santiago de Cuba, ubicada al fondo de la bahía de mismo nombre (Abajo).

construida por el hombre o generada para uso humano.

La zona costera particularmente existe en los municipios Guamá y Santiago de, (Ver Figura 5), donde se encuentran varios asentamientos humanos e infraestructura







**Figura 7.** Imagen del modelo de temperaturas medias anuales. (Fuente: Citma, 2002).

### 3. Condiciones ingeniero geológicas de la zona costera de la provincia Santiago de Cuba

El relieve de la zona costera de la provincia es variado. Hacia el este es semi-montañoso y accidentado, constituido por elevaciones jóvenes donde las pendientes sobrepasan el 25% en algunos casos y, hacia el oeste es más abrupto y montañoso. Gran parte del territorio costero de la provincia está cubierto por la Sierra Maestra con las mayores alturas de la isla (Pico Turquino, 1974 m; Pico Cuba, 1874 m y Pico Suecia, 1734 m), y por la Sierra de la Gran Piedra (loma de la Gran Piedra con 1226 m). En algunas zonas

se observan pendientes que sobrepasan el 50 %, aspecto que favorece los fenómenos erosivos y de deslizamientos de tierra. Solamente el 3% de la superficie total de la provincia está por debajo de la cota de 100 metros de altitud y se corresponde con la zona costera (ONEI, 2015).

La cuenca de Santiago de Cuba se enmarca como principal accidente hacia el centro sur de la provincia, donde se encuentran varios niveles de terrazas y mesetas escalonadas que parten desde la bahía de Santiago de Cuba (largo: 8.5 km; ancho: 2.4 km; profundidad: entre 8.8 y 13.7 m) alrededor de la que se desarrolla la ciudad del mismo nombre, observando en su parte superior varias llanuras aluviales (García et al, 2002), Ver Figura 8.



**Figura 8.** Imagen del Modelo Digital del Terreno (MDT) de la provincia Santiago de Cuba, significando su relieve. (Fuente: Geocuba, 2010).

La hidrografía (tanto de la parte sureste como la suroeste de la provincia) está compuesta por ríos de trazos cortos, rápidos e intermitentes en la mayor parte del año, debido a la morfología del relieve, los cuales en temporada lluviosa arrastran una gran cantidad de sedimentos hacia las partes bajas de las cuencas, por lo que su actividad erosiva es muy significativa. Entre los ríos más importantes de la parte sur (costera) se citan: el Chivirico, Sevilla, Paradas, San Juan, Daiquirí y Baconao, (Ver Figura 9).

Geológicamente, en los macizos montañosos del sur de la provincia predominan las rocas ígneas del tipo graníticas hacia el sureste, máficas alrededor de la cuenca Santiago, del tipo vulcanógenas y vulcanógeno-sedimentarias hacia el suroeste en distintas correlaciones, combinaciones alternantes y muy variables, tanto en sentido vertical como lateral. Las rocas del tipo sedimentarias predominan sobre todo en la Cuenca Santiago (centro sur), observándose una alternancia de calizas biodetríticas muy carsificadas (Carrillo et al, 2009).

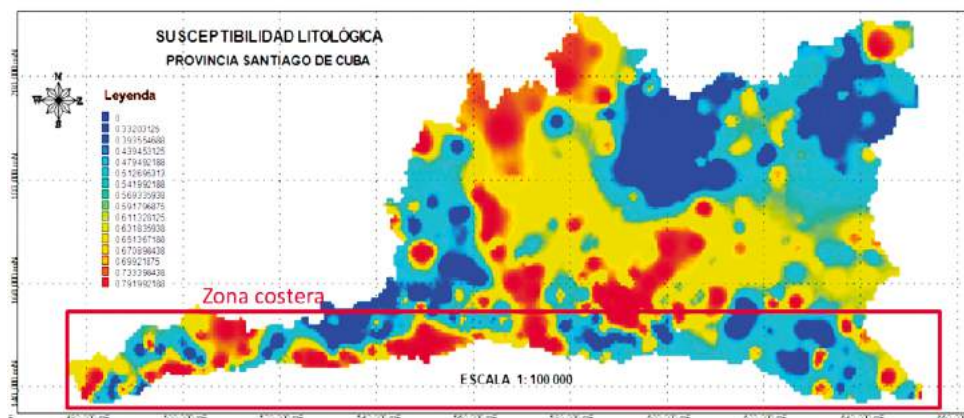
Las formaciones geológicas más recientes, predominantemente sedimentarias, pertenecen al Cuaternario y se desarrollan en forma discontinua en pequeñas áreas de la cuenca de Santiago de Cuba; representadas

en las formaciones Camaroncito y Maya, desarrollándose depósitos arrecifales que alternan con episodios de intenso aporte de materiales clásticos terrígenos (Carrillo et al, 2009). Estudios recientes permitieron modelar la susceptibilidad litológica de estas formaciones rocosas ante el peligro que representan los distintos procesos y fenómenos geológicos que se desarrollan en la provincia, entre ellos la erosión costera, observándose elevados niveles de susceptibilidad hacia la parte oeste de las costas, (Ver Figura 10).

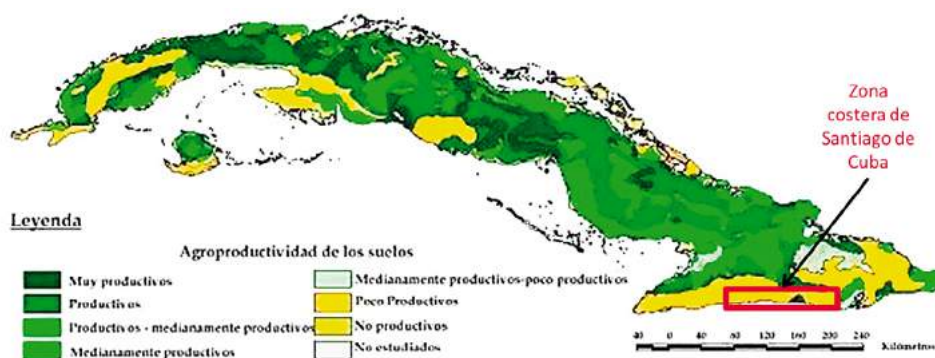
Según Pérez (2007), la erosión constituye uno de los principales peligros geológicos de la provincia Santiago de Cuba, valorándose como elevada debido a la intensidad de los factores condicionantes de la erosión, entre estos, intensa capacidad erosiva de los suelos, la presencia de rocas vulcanógeno sedimentarias medianamente compactadas con una potencia considerable, sobre todo hacia el sur costero, un elevado factor del relieve manifestado por sus pronunciados ángulos de inclinación y longitud de las pendientes, y poco desarrollo de la vegetación, todo esto condicionado por un suelo poco productivo desde el punto de vista agrícola y para el desarrollo de la vegetación (Figura 11); elementos que inciden decisivamente en los procesos de erosión costera.



**Figura 9.** Imagen de la red hidrográfica de la provincia Santiago de Cuba. (Fuente: Geocuba Oriente Sur, 2010).



**Figura 10.** Imagen del modelo de susceptibilidad geológica provincia Santiago de Cuba. (Fuente: Galbán, 2014).



**Figura 11.** Imagen del Mapa de agroproductividad de suelos en Cuba, significando los bajos niveles en Santiago de Cuba. (Fuente: Colectivo de autores, 2002).

En la provincia predomina la erosión que se genera durante las temporadas de lluvias y temporadas ciclónicas, por lo que en las costas prevalece como principal tipo de erosión marina la generada por las tormentas costeras, (Ver Figura 12).

De acuerdo a la revisión bibliográfica y las comprobaciones de campo realizadas, se manifiestan distintos tipos de erosión fluvial en la zona costera de la provincia:

- Erosión general a nivel de cuencas hidrográficas: Manifestada en la pérdida de suelo por la acción hídrica y generando una gran cantidad de sedimentos que van a parar a la costa.

- Erosión general en cauce: Caracterizada por el descenso generalizado del fondo de los ríos como consecuencia de una mayor velocidad y capacidad de la corriente para arrastrar y transportar material en suspensión. Esta erosión es la causa fundamental de las estructuras en forma de estuarios en las desembocaduras de todos los ríos de las costas santiagueras.
- Erosión transversal: Se produce en todas aquellas secciones en donde se reduce el ancho del río, ya sea por factores humanos o naturales.
- Erosión al pie de obras dentro de los cauces: Ocurre al pie de todas las estruc-





**Figura 12.** Imagen del modelo de erosión fluvial de la provincia Santiago de Cuba. (Fuente: Colectivo de autores, 2002).

turas rodeadas completamente por el flujo, sobresalgan o no de la superficie, como consecuencia de la deflexión de las líneas de corriente, la turbulencia y los vórtices provocados por la presencia del obstáculo. También se conoce como erosión por socavación.

- Erosión local en estribos o erosión al pie de obras unidas a la margen: Es la que tiene lugar al pie y en el extremo de las obras que están unidas a la orilla, por causas semejantes a las señaladas en el párrafo anterior.

El problema de la erosión fluvial y deposición de suelos cohesivos por acción hídrica en las costas es importante para la provincia Santiago de Cuba desde el punto de vista de la ingeniería, porque está relacionado entre otros elementos, con la estabilidad de canales en lechos cohesivos, con la estabilidad de las obras de drenaje superficial (puentes, alcantarillas, cunetas, etc.) y con el mantenimiento de profundidades mínimas en estuarios (donde el sedimento se deposita en mayor medida).

En la provincia existen distintas afectaciones por fenómenos erosivos en las costas, sobre todo a las obras ingenieras ubicadas

en caminos, carreteras, puentes, etc. de los municipios Guamá y Santiago de Cuba. Se observan dentro de las más significativas:

- Daños ocasionados en el vial y los puentes de la carretera Granma por efecto de socavación, provocando en algunos casos la inhabilitación parcial o total de los mismos (Ver Figura 13).
- Daños a caminos, viales y sus obras de drenaje en la cuenca de los ríos Baconao, Caoba, Sevilla, La Plata, entre otros. Existen ejemplos que así lo demuestran, entre ellos, las afectaciones a la estructura del vial de la carretera Granma en el municipio Guamá es un hecho fehaciente, (Figura 14).

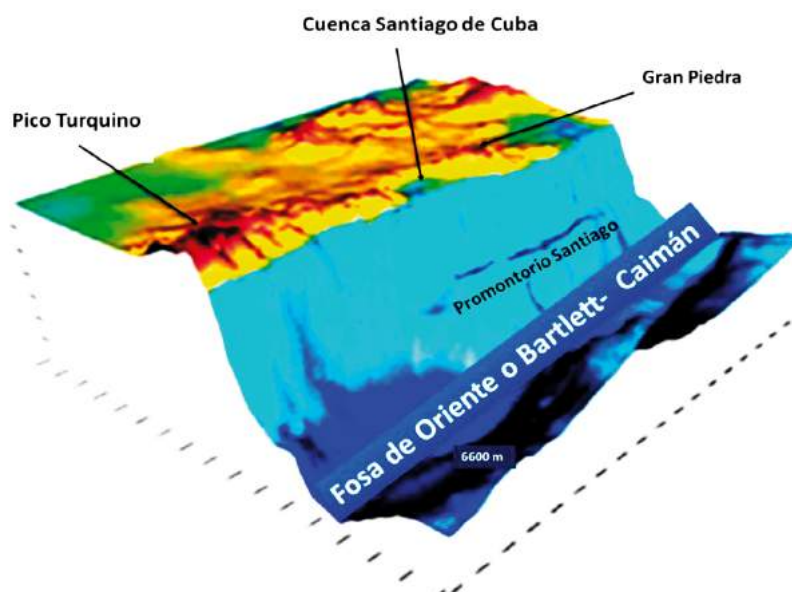
Los trabajos de campo realizados durante la investigación confirmaron que, la abrasión costera (también llamada erosión marino costera): está condicionada por la escasa extensión de plataforma continental y arrecifes coralinos; así como, a la existencia de rocas medianamente compactadas del tipo sedimentarias y vulcanógeno sedimentarias que facilitan la acción erosiva de las olas sobre ellas; además de un escaso desarrollo de la vegetación costera, (Ver Figura 15).



**Figura 13.** Afectaciones estructurales en puentes de la carretera Granma por efecto de erosión por socavación en los ríos que la atraviesan (Caoba, Sevilla, La Plata, entre otros de la vertiente sur), todos ubicados a menos de 500 metros de la costa. (Fuente: Galbán et al, 2010).



**Figura 14.** Imágenes de áreas afectadas por efecto de la acción erosiva combinada del viento, el mar y las lluvias en temporada ciclónica: Carretera Granma en el municipio Guamá (A y B).



**Figura 15.** Modelo digital de la zona costera de Santiago de Cuba con inclusión batimétrica, donde se observa la escasa extensión de la plataforma continental. (Fuente: Archivos CENAIS).

La actividad erosiva en las costas santiagueras también está condicionada por la acción de los ríos que desembocan en el área, todos son ríos de montaña con trazo corto e intermitentes. En sus desembocaduras crean generalmente una barra litoral arenosa cerrando los estuarios, y creando en algunos casos condiciones para la proliferación de pantanos litorales y manglares de bajo desarrollo, así como lagunas costeras intermitentes, con la excepción de la Laguna Baconao al este en el río homónimo, que tiene una extensión mayor y permanece llena todo el año (Ver Figura 16).

La abrasión costera en Santiago de Cuba, y a partir de la condición de una plataforma submarina poco desarrollada, propicia la formación de playas de arenas gruesas y guijarros redondeados compuestos por rocas vulcanógenas y vulcanógeno-sedimentarias típicas en la región, aunque en algunos casos se forman de arenas finas poco desarrolladas provenientes de las formaciones calcáreas cuaternarias, que cerca de la costa se encuentran generalmente carsificadas.

Además de las formas de relieve costero ya mencionadas condicionadas por la erosión (playas, barras litorales, lagunas litorales, pantanos), también se pueden encontrar cuevas, dientes de perro, bahías, ensenadas, distintos niveles de terrazas marinas, islotes (conocidos como cayos) y dos largas fechas litorales: entre la Playa Casonal y la zona de Baconao (al este en el municipio Santiago de Cuba); y entre el río Sevilla y la playa Costa Morena (al oeste en el municipio Guamá). En algunas ocasiones estas formas de la morfología costera condicionada por la abrasión aparecen también combinadas (Ver Figura 17).

Esta abrasión costera provoca daños afectando distintas infraestructuras construidas, sobre todo en temporada ciclónica e invernal por el impacto de grandes olas generadas por las tormentas y el viento; entre los ejemplos más significativos están los daños provocados en las viviendas e infraestructura construida en la zona costera de Siboney, además de otras al Hotel Bucanero en la zona de Juraguá el municipio Santiago de Cuba (todos al Este), (Ver Figura 18)





**Figura 16.** Imagen satelital de la parte final del lado Este de la zona costera de Santiago de Cuba donde se encuentra la Laguna Baconao.



**Figura 17.** Imagen la Playa Bucanero, ubicada naturalmente en un ambiente costero caracterizado por el desarrollo del carso sobre la formación geológica Jaimanitas al este del municipio Santiago de Cuba.



**Figura 18.** Imágenes de áreas afectadas por efecto de la acción erosiva combinada del viento, el mar y las lluvias en temporada ciclónica: Hotel Bucanero (C y D), (Fuente: CENAI, 2005).

Por otro lado, en las costas de la provincia de Santiago de Cuba se desarrollan distintos niveles de terrazas costeras de material calizo y margoso calizo, sobre todo en el municipio Santiago de Cuba, en ellas se ubican distintas infraestructuras que actualmente se encuentran amenazadas por fenómenos erosivos.

Los municipios Santiago de Cuba y Guamá son afectados también por las inundaciones costeras, registrándose daños materiales a la actividad agrícola, turística, viales, puentes, viviendas, y distintas comunidades cercanas a la línea de costa, sobre todo en temporada ciclónica cuando se combina la acción erosiva del mar, el viento y la lluvia (Milanés, 2012), lo que denota la consideración y gestión inadecuada de estos peligros. Las afectaciones más recientes ocurrieron en el municipio Guamá durante el paso del huracán Sandy en octubre 2012. Estos daños generalmente están asociados a la combinación de fenómenos relacionados a las penetraciones del mar y las inundaciones fluviales en zonas costeras, donde la diferencia de densidad entre el agua del mar y la de los ríos provoca un crecimiento de la columna de agua hacia el interior de la zona en los estuarios.

Todos los elementos expresados con anterioridad indican una gestión deficiente de los riesgos causados por la erosión costera, de manera que se precisan acciones para disminuir su impacto; algunas de ellas se expresan a continuación en la Tabla 2.

## 4. Conclusiones

En la provincia Santiago de Cuba predominan formaciones abundantes en rocas vulcanógeno y vulcanógeno sedimentarias y sedimentarias carsificadas en las áreas cercanas a las costas con una elevada sus-

ceptibilidad, que condiciona la magnitud de los distintos procesos y fenómenos erosivos que aquí tienen lugar.

Existen distintas obras de infraestructura y civiles construidas en las zonas costeras afectadas por la erosión, lo que denota una inadecuada gestión del riesgo.

Los elementos analizados evidencian la necesidad de dirigir las herramientas de gestión hacia el mejoramiento continuo del diagnóstico de la erosión costera, la reducción de la vulnerabilidad y los riesgos; y, por consiguiente, la uniformidad de acciones a nivel de municipios costeros en la provincia Santiago de Cuba.

## Referencias

- CHUY Rodríguez, T. J. (1999): "Macrosísmica de Cuba y su aplicación en los estimados de Peligrosidad y Microzonación Sísmica". Tesis en opción de Grado de Doctor en Ciencias Geofísicas. Fondos del CENAIIS e Instituto de Geofísica y Astronomía, Santiago de Cuba.
- CHUY Rodríguez, T. J.; Puente González, Guillermo (2005): "Impacto de fenómenos naturales. Una valoración imprescindible para el desarrollo sostenible de zonas costeras de Santiago de Cuba". CD.ROM, Memorias, Conferencia Internacional de Manejo Integrado de Zonas Costeras. "CARICOSTAS". ISBN 959-207-195-0.
- CHUY Rodríguez, T.J. et al. (2002): "Nuevas investigaciones sismológicas en Cuba", La Habana..
- CHUY Rodríguez, T.J. et al. (2010): "Modelo de peligro sísmico de la provincia Santiago de Cuba". Archivos CENAIIS. Cortesía del autor.



**Tabla 2.** Recomendaciones para la reducir los riesgos ante el peligro por inundaciones y abrasión costeras para la provincia Santiago de Cuba.

<b>Peligros por inundación y abrasión/erosion costeras</b>	
Regiones más afectadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zonas bajas aledañas a la bahía de Santiago de Cuba y de Cabañas. Zonas costeras donde la cota topográfica no excede 8 metros sobre el nivel del mar; además de zonas costeras donde se combina el efecto de las marismas con las inundaciones fluviales en las desembocaduras de los ríos durante las temporadas ciclónicas fundamentalmente.</li> </ul>
Recomendaciones para la mejora continua ante el peligro por inundaciones costeras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A partir de estudios locales de dinámica costera, aplicar:</li> <li>• Cumplimiento de las Normas geotécnicas para cálculo de estabilidad y revestimiento de taludes para construcciones y obras de infraestructura ubicadas en zonas costeras.</li> <li>• Evitar la actividad económica y social en las márgenes de las llanuras de inundación de los ríos cercanos a la costa (deltas o estuarios).</li> <li>• Construir defensas costeras (diques, terraplenes o muros de contención).</li> <li>• Mejoramiento de canales y cauces de ríos existentes (dragado y limpieza) para incrementar su caudal y con esto disminuir el efecto de las marismas.</li> <li>• Construir edificaciones y obras de infraestructura por encima del nivel máximo de inundación costera.</li> <li>• Refuerzos en taludes próximos a las costas de obras, tales como pantallas de hormigón, escolleras, gaviones, entre otras.</li> <li>• Reubicación de viviendas y otras construcciones importantes tales como hospitales, industrias claves, etc., hacia áreas más alejadas de las costas.</li> <li>• Instalar de sensores de alerta temprana (estaciones hidrométricas automáticas) en distintas localidades para medir el comportamiento de la elevación del nivel del mar y sistemas de alerta sonora en localidades más vulnerables.</li> <li>• Cumplir con las medidas dictadas por la defensa civil para situaciones de desastres.</li> <li>• Cumplir los trámites necesarios para la ejecución de viviendas, construcciones y otras infraestructuras destinadas a implementar medidas estructurales y no estructurales de mitigación y reducción de riesgos.</li> <li>• Crear grupos de observación para la alerta temprana en instituciones y comunidades.</li> <li>• Desarrollar distintas acciones multidisciplinarias destinadas a educar a la comunidad y los decisores en las distintas acciones que se deben realizar en el proceso de gestión de riesgos a través de:</li> <li>• Promoción en programas de radio y televisión de los peligros a que están sometidos.</li> <li>• Empleo de la prensa escrita, blogs de internet, sitios oficiales de la defensa civil y otras instituciones con incidencia en el proceso, para la promoción de actividades relacionadas al conocimiento de los riesgos y las medidas de mitigación y reducción de los mismos.</li> <li>• Impresión y distribución de manuales, boletines, pancartas y otros, para uso en las comunidades en riesgo.</li> <li>• Promoción y realización de proyectos locales de educación ambiental y desarrollo local.</li> <li>• Promoción de cursos y entrenamientos dictados por especialistas de las instituciones de educación superior y otras, destinados al conocimiento de los peligros, vulnerabilidades y riesgos geológicos; así como las diferentes medidas para su mitigación y reducción.</li> <li>• Brindar opciones de ayuda financiera y material a la población que sea imprescindible su traslado hacia zonas más seguras de residencia.</li> </ul>

- CHUY Rodríguez, T.J. et al (2005): "Amenazas Municipio Santiago de Cuba. Proyecto caracterización e impacto de amenazas naturales extremas en Santiago de Cuba", Dr. Tomás Jacinto Chuy Rodríguez, jefe de proyecto. Archivo CENAI. Santiago de Cuba.
- Colectivo de autores (2010): "Mapa de peligrosidad por inundaciones costeras provincia Santiago de Cuba". Taller de trabajo para establecer los límites de las áreas por inundaciones costeras, por penetración del mar e inundaciones por intensas lluvias en los municipios costeros Guamá y Santiago de Cuba. MEGACEN-IDICT-CIES - CENAI - CITMA Santiago de Cuba, Dirección Provincial de Planificación Física, GEOCUBA Oriente Sur, Inst. Pedagógico Frank País García.
- Colectivo de autores (2002): "SIG de la Base nuevo Atlas Nacional de Cuba, escala 1:100 000". CITMA. 2002.
- COROMINAS, J.; García Yagüe, A. (1997): "Terminología de los movimientos de ladera". IV Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables. Granada. Vol. 3: 1051-1072, España. 1997.
- DCRC-Univ Tohoku, (2003): Proyecto de microzonación sísmica de la República de Cuba con el empleo de herramientas de modelación. Archivos CENAI.
- FERNÁNDEZ Meliá, B.; Rivera Álvarez, Z.C.; Reyes Pérez, C. R; Zapata Balanqué; J.A. (2000): "Los fenómenos físico-geológicos secundarios en la ciudad de Santiago de Cuba". Revista Geología y Minería, Vol. XVII, No.2, 2000. ISBN: 0258 5979.
- FERNÁNDEZ Melián, B.C et al. (2002): "Atlas de peligros naturales del municipio Guamá: Proyecto Contribución a la disminución de la vulnerabilidad de las comunidades por eventos geológicos en el municipio Guamá". Archivo CENAI. Santiago de Cuba.
- FERNÁNDEZ Melián, B.C. et al. (2002): "Potencialidad de peligros naturales inducidos en los alrededores de la bahía de Santiago de Cuba y sus alrededores". Archivo CENAI. 2002.
- GALBÁN Rodríguez, Líber (2009): "Algunas consideraciones teóricas sobre la gestión de riesgos geológicos". Revista de Geología, UFC. Volumen 22, Número 1, Brasil, ISSN- 0103-2410.
- GALBÁN Rodríguez, Líber (2014): Procedimiento para la gestión y reducción de riesgos geológicos en la provincia Santiago de Cuba. Tesis de doctorado. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa. Cuba.
- GALBÁN Rodríguez, Líber; Mullales Bonzón María; Sanchez López, Paula; Cabrera Castro, Pedro Manuel. (2010): Informe Final del Proyecto Geo. Departamento de Ingeniería Hidráulica, Facultad de Construcciones, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba.
- GARCÍA Peláez, J.A. et al. (2002): "Informe Final del Proyecto: Mapa de riesgo sísmico de la Ciudad de Santiago de Cuba". Desarrollado por el Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas - CITMA para el Programa Nacional de la Defensa. Archivo CENAI.
- GEOCUBA Oriente Sur. (2010): "SIG de la Base cartográfica de Santiago de Cuba a escala 1:100 000".
- MARTÍN, A.; Ruiz, F.; Ramírez, M.; Hernández; M. (2001): "Información técnica Bahía Santiago de Cuba". Informe del Cimab, C. de La Habana, CENAI. Cuba. 18 pp.
- MILANÉS B, Celene. (2012): Análisis de vulnerabilidad y riesgo ante penetraciones del mar en la provincia de Santiago de

Cuba: su incidencia en la gestión del riesgo. Memorias de la IV Conferencia Internacional de peligrosidad, riesgo geológico e ingeniería sísmica SISMOS' 2012. ISBN 9-789592-074491, Santiago de Cuba, Cuba, pp 67-78.

NAGY, E. (1976): "Informe sobre el levantamiento geológico a escala 1:250000 realizado en la Provincia de Oriente, por la brigada Cubano Húngara". Instituto de Geología y Paleontología.

NAGY, E. et al. (1983): Contribución a la geología de Cuba Oriental. Instituto de Geología y Paleontología, Acc. Editorial Científico Técnica, La Habana,

ONEI (2012): "Anuario estadístico de Cuba 2011, Edición. Oficina Nacional de Estadística e Información. 2012<sup>a</sup>. [http://www.onei.cu/aec2011/esp/02\\_tabla\\_cuadro.htm](http://www.onei.cu/aec2011/esp/02_tabla_cuadro.htm)

ONEI (2012): "Anuario estadístico de Cuba 2012". Oficina Nacional de Estadística e Información. <http://www.onei.cu/aec2012/20080618index.htm>

PÉREZ, N (1983). "Aspectos ingeniero – geológicos del levantamiento geológico de Cuba Oriental. Contribución a la Geología de Cuba Oriental". Editorial Científico – Técnica, La Habana.

ROSABAL Domínguez, S; Zapata Balanqué, J.A.; Gómez, J (2009): "Incidencia de

la geomorfología en los impactos ambientales negativos en la carretera de Beltrán, Guantánamo", Cuba. Rev. Mapping, No.133. ISSN 1131-9100,

Ruíz, F., et al (2006) "Evaluación y control de la contaminación marina en la Bahía de Guantánamo. Resultado 2. Diagnóstico de la Calidad Ambiental del Ecosistema Bahía de Guantánamo". Proyecto: Programa Científico-Técnico Ramal: Protección del Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible Cubano Contrato 30914, 81 pp.

VILLALÓN Semant M.; ROSABAL Domínguez, S.; Infante GILART, Y., Chuy Rodríguez T. J.; Zapata Balaqué, A (2012): "Riesgo por deslizamientos de tierra en la provincia Santiago de Cuba". Centro Nacional de Investigaciones sismológicas.

ZAPATA Balanqué, J.A. (2008): "Empleo de herramientas de la Geomática en la microzonificación sísmica de ciudades. ejemplos de caso: Santiago de Cuba y Guantánamo como propuesta de gestión del desarrollo". Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas. Santiago de Cuba XII Convención y Expo. Internacional.

Colectivo de autores (2003): Tabloide Cuba: regiones y paisajes. Editorial Pueblo y Educación. La Habana.

## CAPÍTULO 9

# Soluciones ingenieras preliminares para la gestión de riesgos: el caso de la carretera Guamá- Granma

***Liber Galbán Rodríguez\****  
***Carlos David Cabrera Sera\*\****

\* Departamento de Hidráulica. Universidad de Oriente. Cuba

\*\* Universidad de Oriente. Cuba.

### Resumen

La carretera Granma es una obra vial de gran importancia para la provincia Santiago de Cuba y contribuye al desarrollo económico y social de esta parte costera. Esta carretera es uno de los proyectos viales que mayores afectaciones ha tenido en Cuba debido a problemas geotécnicos, muchos de sus puentes se encuentran inhabilitados y varios tramos erosionados o afectados por deslizamientos de tierra. En esta investigación se plantean las ideas fundamentales a seguir para la aplicación de soluciones ingenieras durante su futura intervención con la finalidad de resolver los problemas que presenta la carretera.

## 1. Introducción

Las carreteras y el conjunto de obras que se realizan para estas importantes obras civiles (viales, puentes, alcantarillas, etc.) son de suma importancia para el desarrollo de la humanidad. A través de ellas se realizan la mayoría de las actividades económicas y sociales de la actualidad, su correcta proyección, ejecución y conservación son elementos que incrementan la seguridad del tráfico de vehículos y mercancías a nivel mundial.

En Cuba a lo largo de los últimos 100 años se han realizado distintos proyectos de carreteras de gran importancia para el desarrollo del país, la mayoría de ellos y de hecho los más importantes, han sido ejecutados después del año 1959.

La red de carreteras antes de 1959 era de 10 108 km, de ellos 5 908 pavimentadas. actualmente el patrimonio vial es de 52 201,9 km, de los cuales están pavimentados 17 212. En

esta red vial están incluidos 9 484 km de caminos y carreteras del Plan Turquino-Mataní, los cuales al triunfo de la Revolución no existían en las zonas montañosas y apartadas. Solo este plan duplica lo existente antes de 1959, que era de 4 200 km. La red incluye 654 km de autopistas y 400 km de otras vías expresas multicarriles y tiene 3 815 puentes, predominando los de hormigón armado y pretensado (95%), (UNAICC, 2015).

Entre los viales más relevantes ejecutados están:

- La terminación de la carretera Guantánamo-Cajobabo-Baracoa y, su célebre viaducto de “La Farola” (Figura 1).
- La autopista nacional (que, aunque no está concluida, funciona en más de la mitad de los tramos proyectados inicialmente, fundamentalmente en su porción accidental) (Tabla 1)
- La carretera Santiago – Granma (comúnmente llamada “Carretera Guamá–Granma”) que une por el Sur a la ciudad de Santiago de Cuba con el municipio Pílon en la provincia Granma. transitando por el litoral sur de la Sierra Maestra
- Los pedraplenes que unen a las provincias centrales del país (Vila Clara y Ciego de Ávila) con los cayos turísticos del Norte de Cuba (pertenecientes al Archipiélago Jardines del Rey) (Figura 1).
- Varios proyectos viales en las ciudades cabeceras provinciales.



**Figura 1.** Imágenes de tramos de viales cubanos de gran importancia económica: Viaducto de “La Farola” (izquierda arriba), Pedraplen Ciego de Ávila- Cayo Romano (derecha arriba), Fuente: UNAICC, (2015) Puente Bacunayagua en la Vía Blanca (izquierda abajo) (Fuente: <https://www.ecured.cu/images/thumb/b/5/5b/Via-Blanca.JPG/230px-Via-Blanca.JPG>)



**Tabla 1.** Autopistas de Cuba.

Código	Autopista	Ruta	Longitud	Notas
	A1 (Autopista Nacional)	La Habana-Santa Clara-Sancti Spíritus-Santiago de Cuba-Guantánamo	Proyecto 900 km (en operación 438)	Las secciones en operación son: La Habana-Santa Clara-Sancti Spíritus-Taguasco (354 km) Palma Soriano-Santiago (43 km) La Maya-Guantánamo (41 km)
	A4 (Autopista Nacional Oeste)	La Habana-Artemisa-Pinar del Río	156 km	Incluye autopista urbana Este-Oeste en el territorio de la ciudad de La Habana.
	Vía Blanca	La Habana-Matanzas-Varadero	183 km	Peaje en los accesos a Varadero
	Autopista del Mediodía	La Habana-San Antonio de los Baños	17 km	...
A-3	Autopista La Habana-Melena	La Habana-Melena del Sur	32 km	...
	Autopista La Habana-Mariel	La Habana-Mariel	33 km	Llamada también Carretera Panamericana
A-2	Primer Anillo de La Habana	Túnel de La Habana-Ave Boyeros	36 km	Incluye la Vía Monumental
	Autopista de la Isla de la Juventud	Nueva Gerona-La Fe	20 km	...

Valen también mencionar por su importancia tanto socioeconómica como constructiva

las carreteras:

- Central Australia-Playa Larga-Playa Girón-Cayo Romano,
- Completamiento del Circuito Norte (Pinar del Río, Villa Clara, Ciego de Ávila, Camagüey y Las Tunas),
- Circuito central de montaña en Pinar del Río,
- Santiago de Cuba-Gran Piedra,
- Campechuela-Niquero-Las Coloradas,
- Niquero-Pilón,
- Mayarí-Sagua-Moa,
- Jiguaní-San Germán,
- Guantánamo-agua de Tánamo, Palma Soriano-Barajagua,
  - ✓ Holguín-Guardalavaca,
  - ✓ Manicaragua-Cienfuegos,
  - ✓ Alto Songo-Mayarí,

- ✓ Tunas-Bayamo y
- ✓ Tunas-Manatí.

Desde el punto de vista legal y de su administración las vías en Cuba se clasifican en:

- De interés nacional: son las autopistas, vías expresas multicarriles, carreteras que vinculan provincias entre sí y las que unen las cabeceras municipales con las capitales provinciales, los viales a centros turísticos importantes (incluyendo los “pedraplenes” a los cayos), a los aeropuertos, puertos, nudos ferroviarios, centrales azucareros y otros objetivos económicos importantes. Estas vías están bajo la administración del Ministerio del Transporte.

- De interés provincial (de acuerdo a decisión de las Asambleas Provinciales).
- De interés municipal (de acuerdo a decisión de las Asambleas Municipales).

De no menos importancia están las circunvalantes ejecutadas a varias ciudades de Cuba, como las que se les acometieron a La Habana, Santa Clara, Sancti Spíritus, Ciego de Ávila, Santiago de Cuba, Camagüey y Holguín.

En la región oriental del país se encuentran varios de los viales más complejos que se han realizado, uno de estos lo constituye la carretera Santiago – Granma (comúnmente llamada “Carretera Guamá- Granma”) (Figura 2). Su inicio se remonta a la necesidad que tenían las comunidades costeras de Santiago de Cuba de contar con una vía de comunicación con la ciudad cabecera del mismo nombre, para acceder a servicios principalmente médicos y una rápida comunicación con la zona Sur de la provincia Granma.

El proyecto fue iniciado en el año 1959 y su conclusión, debido a diferentes factores, fue en la década de 1990. Según consta en los

archivos del archivo histórico de Santiago de Cuba y las distintas publicaciones impresas de la época, el proyecto del importante vial fue diseñado por la empresa proyectista italiana ITALCONSUL a mediados de la década de los años 1950 (también participó años más tarde en el proyecto de la Autopista Nacional de Cuba una década más tarde), que no se materializó hasta inicio del año 1970 en adelante.

La carretera Granma consta actualmente de un total de 187 Km aproximadamente desde su punto de inicio (el puente de Gascón) en la salida oeste de la ciudad de Santiago de Cuba hasta el municipio Pílon en Granma. Su trazado se realiza por la zona costera de las provincias Santiago de Cuba y Granma en la región oriental de Cuba. Muchos fueron los esfuerzos para su conclusión, pero esto siempre se vio afectado por problemas económicos, de organización, por factores medioambientales que impedían el acceso de forma rápida y eficiente.

Según las declaraciones de los expertos entrevistados, a este vial nunca se le ha planteado una restauración o se han realizado mantenimientos adecuados, solo



**Figura 2.** Mapa mostrado por un sitio web, opinando sobre el estado de la carretera Granma, en 2011. (Fuente: <http://www.excelenciasdelmotor.com/noticia/la-clase-e-de-mercedes-descubre-el-sur-de-santiago>)

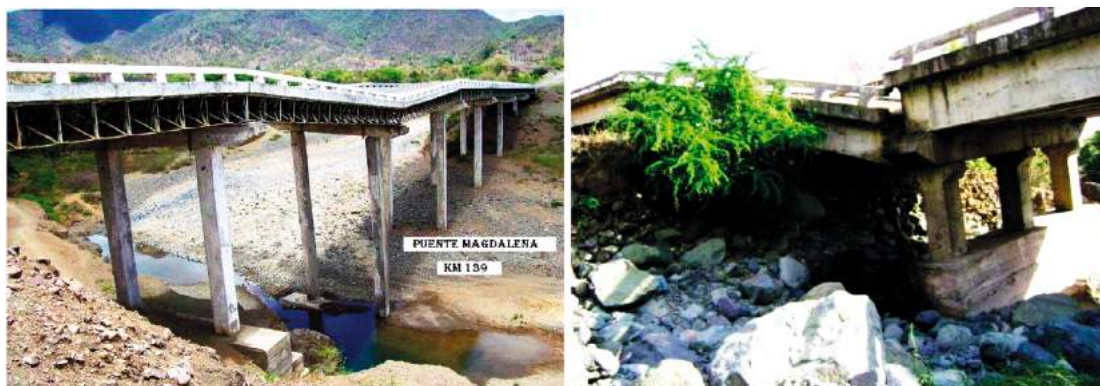
se han priorizado los lugares que eran destruidos por algún evento meteorológico de fuerza mayor, dígame fuertes lluvias localmente intensas, fuertes marejadas, la proximidad de alguna tormenta tropical o huracán frecuentes en el áreas del Caribe, que pueden incomunicar de manera temporal los habitantes de los poblados costeros, así como los trabajadores que promueven las actividades turísticas de la zona, de manera que a inicios de 2011, varios de sus tramos se encontraban prácticamente intransitables.

Luego de varios años de explotación, presentó varios problemas geotécnicos en los diferentes objetos de obras que conforman el vial, causados por la consideración inadecuada del impacto de distintos procesos y fenómenos geológicos (erosión, desli-

zamientos, hundimientos, inundaciones, sismos), ambientales (intensas lluvias, ciclones tropicales) y antrópicos (explotación sin mantenimiento). Entre las que se encuentran:

*Afectaciones en puentes:* Erosionados en sus cimientos por efecto de socavación, desplazamiento de estructuras, etc., razón por la cual varios funcionan de forma parcial, muchos de sus puentes se encuentran inhabilitados (Figura 3).

*Afectaciones en obras de fábrica:* Azolve por sedimentos debido a que en muchos casos los diámetros no son los correctos impidiendo una rápida evacuación de las aguas, además de erosión en sus estructuras de protección, entre los más importantes (Figura 4).



**Figura 3.** Afectaciones en puentes.



**Figura 4.** Afectaciones en obras de fábrica.



*Afectaciones en distintos tramos:* Erosionados o afectados de alguna manera por deslizamientos de tierra, hundimientos, ya que el mar provocó la inestabilidad de la base del terreno y socavó algunas zonas de la sección de la vía, por ambos lados. Además de hundimientos debido a las afectaciones provocadas por la humedad capilar debido a que el manto freático se encuentra en varios tramos entre 60 cm y 1m (Figura 5).

De forma general las afectaciones geotécnicas que presenta la obra pueden ampliarse con los siguientes elementos:

- Existen varios problemas que se acen-  
túan aún más al no existir un grupo de  
mantenimiento para los tramos más  
problemáticos;
- En obras de fábrica menores se crea  
azolve por sedimento, debido a que en  
la época de lluvia los ríos y cañadas que  
atravesan la carretera son de trazos  
cortos e intermitentes, pero debido al  
relieve montañoso y las altas pendientes  
que presenta el terreno que predomina

en la zona, crean corrientes muy fuertes que arrastran contenido arcilloso de las montañas, material que se va depositando a la entrada de las obras cuyos diámetros no son los correctos, impidiendo una rápida evacuación de las aguas y los sedimentos.

- En muchos casos estas obras de fábrica no poseen los medios de protección adecuados, los existentes no son lo suficientemente confiables, observándose que varias de las defensas o muros de contención se encuentran erosionados. Los tramos más complejos de la carretera son:

Del Macho-El Selbial, donde se encuentran fuertes pendientes

El Patín-Aviación, donde se encontraron rocas muy duras

Loma Blanca-Palma Mocha

La Plata-Cotobelo donde por la agresividad del terreno del medio se construyeron paredes de hormigón, pero sin embargo no le pusieron escolleras.



**Figura 5.** Afectaciones por erosión del mar en tramos.

- En los puentes ocurre una situación similar en cuanto a la velocidad de la corriente y la acción erosiva de estas en las cimentaciones y los laterales. Erosionados en sus cimientos por efecto de socavación, desplazamiento de estructuras, etc., expuestos al impacto de distintos fenómenos geológicos causando daños a la obra de tipo geotécnico, razón por la cual funcionan de forma parcial y algunos se encuentran inhabilitados.
- Varios tramos erosionados o afectados de alguna manera por deslizamientos de tierra, hundimientos, ya que el mar provocó la inestabilidad de la base del terreno y socavó algunas zonas de la sección del vial por ambos lados.

La investigación realizada trajo a la luz aspectos relacionados a la no realización inicial de estudios de dinámica costera, que comprenden el comportamiento de las marejadas de la zona y su comportamiento en las diferentes épocas del año, la altura máxima registrada de las olas y la fuerza de impacto de las mismas, la altura promedio de las mareas, etc. Y la influencia de los eventos ciclónicos y sísmicos en su incremento.

Por otro lado, no se encontraron evidencias de estudios de dinámica fluvial en las distintas cuencas hidrográficas de la zona, se utilizaron datos de otros proyectos similares, pero no tuvieron en cuenta las características de la zona específicamente. Estas investigaciones son los encargados de estudiar cómo se comportan las lluvias en la zona, la trayectoria de las aguas, la tasa de erosión sobre la superficie del terreno, con qué frecuencia suceden, entre otros elementos imprescindibles.

La zona que atraviesa el trazado de la carretera es de bajo relieve, en algunos casos la

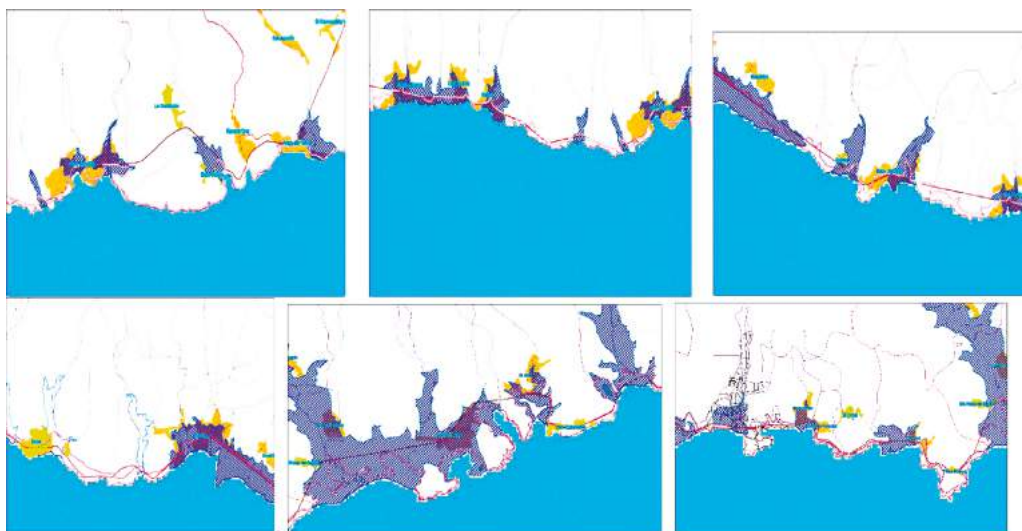
rasante de la vía solo está pocos centímetros por encima del nivel del mar, lo que da a entender que el manto freático está muy cerca, por lo que físicamente por acenso capilar la humedad relativa en la base de la explanación es alta, de ahí viene el problema de hundimiento en algunos tramos, además de estar desprotegidos los taludes por ambos lados de la vía. Por otro lado, las investigaciones recientes de los niveles combinados que alcanzan las inundaciones en las áreas costeras donde se encuentra la carretera confirman que varios tramos se encuentran por debajo de la línea de inundación, elemento que hace aún más vulnerable la vía ante los impactos de la naturaleza y la generación en consecuencia de distintos problemas geotécnicos (Figura 6).

Cabe señalar que la carretera constituye en su mayoría una frontera entre el mar y la cordillera, lo que se ve afectada no solo por el impacto de las aguas marinas y fluviales, también se debe decir que es una frontera biológica. En algunos de los tramos existen casos en que algunas especies de crustáceos migran a las zonas altas para desovar y después regresan realizando esa misma trayectoria pasando una y otra vez el mismo recorrido todos los años, provocando la muerte de muchos de ellos al atravesar la vía.

## 2. Proposición de soluciones ingenieras

Teniendo en cuenta los daños causados por fenómenos geológicos en la carretera Granma que provocan problemas geotécnicos en los objetos de obra que la conforman, en el año 2011, por interés del gobierno provincial en Santiago de Cuba, se decidió intervenir la obra para llevarla a condiciones de seguridad ante los problemas geotécnicos





**Figura 6.** Imágenes de los mapas de inundación de distintos segmentos correspondientes al tramo Refinería (Santiago de Cuba) – Chivirico (Guamá). Línea en color rojo: límite de inundación, en color marrón: trazado carretera Granma.

que presentaba; por lo que se organizaron los elementos indispensables para que la Empresa de proyectos No.15 (EMPROY 15) propusiera el “Proyecto de rehabilitación de la carretera Granma” (EMPROY 15, 2011).

Este proyecto está siendo ejecutado en una primera etapa por la Empresa constructora de obras de arquitectura No. 23 (EOA 23), la cual cubre un presupuesto inicial para el tramo comprendido entre Santiago de Cuba y el poblado de Chivirico (74 km).

Repararla en un plazo relativamente corto, supone un desafío para las fuerzas constructivas del país (han laborado empresas de las provincias de Santiago de Cuba, Granma, Villa Clara y Camagüey, el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos y la Empresa Nacional de Investigaciones Aplicadas, entre otras instituciones), pues resulta un proyecto vial muy complejo.

Con vistas a reconstruir la mayor parte de los 182 km de la Carretera Granma, es necesario rehacer paseos y acometer acciones de diversa envergadura en 26 puentes y más

de 400 obras de fábrica, así como obras de protección costera. Para concebir el proyecto de reconstrucción vial, se requirieron varios estudios de la topografía del terreno y las características del suelo.

Estos estudios determinaron varios aspectos importantes tales como los materiales a emplear, así como la necesidad de estructuras para la evacuación de las aguas y las obras para la protección costera. En solo dos años de rehabilitación, el Estado cubano ha erogado más de 30 millones de pesos, pero esta inversión se justifica con la satisfacción de contar con un maravilloso vial que favorecerá la transportación de pasajeros en toda la costa sur oriental del país.

En la proyección y actual ejecución de la carretera, fueron realizadas distintas acciones para favorecer la resistencia del vial ante distintos procesos y fenómenos geológicos extremos, sin embargo, la inobservancia de algunos estudios que debieron realizarse en función de la obra, hace a la misma nuevamente vulnerable ante el impacto de distintos fenómenos ambientales.

Por otro lado, todavía queda por proyectar el tramo más complejo de este importante vial, donde se encuentran los mayores problemas geotécnicos a resolver. Por estas razones se hace necesario proponer soluciones ingenieras preliminares para la intervención de la carretera Granma con la finalidad de resolver los problemas identificados. (Figura 7).

Para evaluar los problemas geotécnicos del vial, resulta importante la evaluación inicial del proyecto en ejecución de rehabilitación de la carretera Granma, el cual comprende sólo una sección de la carretera que va desde el puente de Gascón (punto de inicio) hasta el poblado de Chivirico (municipio Guamá) con un total de 74 Km., con tramos de carretera, que, por su cercanía con el mar, se hacen muy vulnerables.

Dentro del proceso de investigación en la concepción del proyecto, se comprobó la emisión de la Tarea técnica de ingeniería geológica, solicitándole este servicio a la Empresa Nacional de Investigaciones Aplicadas en su sede de la provincia Santiago de Cuba (ENIA- UEB Santiago de Cuba), la cual realizó las investigaciones solicitadas y entregó un Informe ingeniero geológico, documento en donde se deja plasmado el estudio del comportamiento del suelo a los diferentes niveles del mismo. Este

informe comprendió las investigaciones en los alrededores de la carretera hasta la zona de Aserradero (solo la mitad del tramo necesario).

Las entrevistas realizadas a los ejecutores evidenciaron insuficiencias en el contenido del informe de la investigación ingeniero geológica realizada, lo que provocó que se incrementara el capital inicial concebido para el proyecto tras la detección de la errónea profundidad de la capa vegetal, que estaba a 60 cm., y no 35 cm. como decía el informe, decidiéndose realizar un profundo estudio de suelo, lo que también provocó cambios en el proyecto, teniendo en cuenta que ahora la estructura del pavimento se incrementaría 9 cm. más de lo que se había diseñado.

Es importante señalar que se introduce en la carretera la técnica de tratamiento del “tren de reciclaje” con una máquina de origen alemán (Figura 8), algo nuevo en Cuba, en zonas donde la base contiene un CBR inferior a un 80 % (valor de estabilidad que debe tener una vía en su base). Una vez pasado el equipo, la vía puede variar por encima de la rasante entre 2 y 5 cm., donde más se utilizó fue en tramo Buey Gabón-El Cuero. Luego no se pudo trabajar más con el mismo porque después del Km. 40 el equipo se descompuso y por falta de



**Figura 7.** Imágenes de los trabajos de reconstrucción de la Carretera Granma. Fuente: <http://www.granma.cu/cuba/2014-08-03/entre-la-montana-y-el-mar>



**Figura 8.** Vistas de la maquinaria empleada en el tratamiento del Tren de reciclaje

piezas de repuesto fue necesario tomar otras medidas para no atrasar la entrega de la obra, introduciéndose el método tradicional (hormigón asfalto caliente abierto), con el cual se logró reducir los gastos.

Actualmente no se tiene una buena claridad de la fecha en que se terminará este proyecto inicial para rehabilitar la carretera Granma por los imprevistos que se han dado, pero los especialistas y ejecutores estiman que deberá ocurrir para el año 2018. Todos los elementos de la vía están expuestos a la acción de factores naturales como la lluvia, altas o bajas temperaturas o bruscas variaciones en éstas, la acción del aire y el sol y, además, de forma directa o indirecta, a la acción del tráfico. Esto hace que tales elementos se vayan deteriorando con el tiempo, lo que exige al ingeniero encargado de la conservación la acción pertinente para mantener a la vía en condiciones apropiadas de uso.

De forma general se propuso:

- I. La confección de la tarea técnica de ingeniería geológica, la que atendiendo a los problemas detectados deberá incluir:
  - La realización de estudios de dinámica fluvial (comportamiento de las inun-

daciones de los ríos, procesos erosivos laterales y de fondo y transporte de sedimentos en las cuenca).

- La realización de estudios de dinámica costera (comportamiento de las inundaciones costeras, procesos erosivos, transporte de sedimentos en las costas, altura máxima de las olas en temporada ciclónica, nivel de las mareas, entre otras).
- II. Creación de un grupo de mantenimiento para las principales zonas con problemas, que entre otras tareas, se encargue de la limpieza de los drenajes y obras de fábrica menor.
  - III. Emplear software profesional para modelar el comportamiento de las obras del vial ante distintas solicitaciones geológicas externas.

De forma particular se pueden enumerar, además:

En puentes:

1. En algunos casos será preciso demoler la estructura completa, aprovechando de estos las partes prefabricadas que no sufran daños durante el proceso. En consecuencia, proyectar y ejecutar nuevamente la estructura.

2. Reforzar las pantallas de protección y muros de contención laterales alargando en los extremos su longitud, de manera que cubran una mayor área, evitando la erosión lateral provocada por las corrientes de agua superficial en los estribos de los mismos.
3. Reforzar las cimentaciones socavadas aplicando combinaciones: pilotes hincados en sus laterales con sujeción a la base principal, refuerzos de hormigón armado incrementado sus áreas, entre otras.
4. Desmonte y remonte de estructuras para rehacer cimentaciones ubicadas en las inmediaciones de los afluentes.
5. Empleo de formas aerodinámicas en las bases de las cimentaciones para disminuir la resistencia de la estructura ante los esfuerzos hidráulicos durante las avenidas.

#### En tramos

1. Continuar reconfigurando terraplenes empleando nuevas técnicas de estabilización de la base, reutilizando materiales de la propia vía, por ejemplo, la técnica de asfalto espumoso en el tren de reciclaje.
2. Realizar estabilizaciones de terreno en áreas donde los niveles freáticos se encuentran próximos a la superficie, disminuyendo los hundimientos y los intercambios de humedad entre el terreno natural y el material rocoso empleado en la explanación.
3. Reforzar taludes laterales más cercanos a la costa con pantallas de hormigón, muros de contención, escolleras, entre otras técnicas para evitar la erosión de los mismos.
4. Levantar el tirante de la rasante del terraplén en áreas que se encuentran

por debajo del nivel medio de inundación costera.

5. Aplicar medidas para proteger taludes traseros en zonas donde la carretera cruza áreas de montaña (pantallas de protección, mallas electro soldadas, falso túnel, entre otros), evitando los derrumbes, erosión y deslizamientos frecuentes.

#### En obras de fábrica menor

1. Cambiar el diseño de las alcantarillas en diámetro y formas: sustituir los tubos de hormigón por cajas prefabricadas de mayor dimensión, para disminuir el azolve, incrementar el flujo y caudal durante las crecidas; en consecuencia, disminución del impacto de la corriente sobre la estructura.
2. Reforzar las pantallas de protección y muros de contención laterales alargando en los extremos su longitud, de manera que cubran una mayor área, evitando la erosión lateral provocada por las corrientes de agua superficial.
3. Rehacer y hacer obras de drenaje empleando canalizaciones, entre otras técnicas para evitar la erosión de las aguas superficiales sobre los laterales de taludes desprotegidos.

## 3. Conclusiones

La carretera Granma es una obra vial de gran importancia para la provincia Santiago de Cuba y contribuye al desarrollo económico y social de la parte costera de la misma.

Actualmente este vial presenta problemas geotécnicos algunos de los cuales no son atendidos correctamente por el nuevo proyecto de rehabilitación.

Las soluciones ingenieras preliminares propuestas contribuyen a mejorar los problemas detectados, quedando para una fase posterior el diseño estructural de las mismas, donde se sugiere modelar empleando softwares profesionales para estos fines.

## Referencias

AMARO Orta, Pedro A (2003): Tecnología de Construcción de explanaciones. Universidad Central de las Villas, Cuba.

JOFRÉ, C (2001): “La técnica del reciclado de firmes con cemento”. 1er Simposio Internacional de estabilización de explanadas y reciclado in situ de firmes con cemento. Madrid. España.

ALONSO Burgos, Antonio J, et all. (2002): “Guía de cimentaciones en obras de carreteras”.

UNAICC (2015): “Patrimonio vial: 52 201,9 km”. Revista Obras., en <http://web.archive.org/web/20150611101947/http://www.unaicc.cu/biblioteca/revistas/obras/04/Obras/Obras15.htm> acceso el 12 de marzo de 2016.

Cubainformaciontv (2013): “Santiago de Cuba: sigue reconstrucción de la Carretera Granma,” en <http://cubainformacion.tv/index.php/economia/52275-santiago-de-cuba-sigue-reconstruccion-de-la-carretera-granma> acceso el 16 de julio de 2013

HIERRO Allen, Willy (2013): “Rehabilitan la carretera Granma”, en <http://www.excelenciasdelmotor> acceso 13 de agosto de 2013.



## CAPÍTULO 10

# Riesgos en ciudades costeras de Colombia: los casos de Barranquilla y Cartagena de Indias

*Celene Milanés Batista\**

*Rosario Cocho Cermeño\*\**

*Carmen Elena Meza Estrada\*\*\**

\* Departamento de Civil y Ambiental. Universidad de la Costa. –CUC-, Barranquilla, Colombia.

\*\* Facultad de Arquitectura, Arte & Diseño. Universidad Autónoma del Caribe. Colombia

\*\*\* Departamento de Arquitectura y Diseño–Universidad de la Costa –CUC-, Barranquilla, Colombia.

### Resumen

El capítulo que se presenta es resultado de una investigación que tiene como objetivo dar a conocer las principales vulnerabilidades y riesgos costeros que están presentes en las ciudades de Cartagena de India y Barranquilla, ambas localizadas en el Caribe colombiano. En el desarrollo del trabajo se emplean los métodos de investigación histórico lógico, el de análisis y síntesis, el cualitativo, así como las técnicas de la observación de la realidad, entrevistas y encuestas a directivos de entidades de planificación de los territorios y a comunidades. La teoría de la percepción se emplea en distintos sectores de la ciudad para identificar el estado de los elementos de la imagen urbana, lo cual permitió analizar los puntos más críticos y vulnerables en ambas ciudades costeras. El método cuantitativo fue usado para la aplicación de encuestas y entrevistas no estructuradas, las cuales fueron realizadas a distintos actores que hacen parte del problema. En el desarrollo de la investigación se analiza el modelo de ocupación actual de los territorios costeros de Boca Grande, Castillo Grande y El Laguito, ubicados en Cartagena de Indias, así como los problemas de vulnerabilidad y movilidad en Barranquilla y su área metropolitana. Se definen los riesgos que son comunes en ambas urbes y se muestran las alternativas de solución para mitigar los impactos en los sectores costeros analizados, en búsqueda de un equilibrio que tributa a la sostenibilidad de las ciudades. Las evaluaciones realizadas demuestran el alto nivel de antropización, vulnerabilidades y riesgos que presentan las ciudades objeto de estudio.

# 1. Introducción

La ocupación del territorio en las zonas costeras tiene connotaciones importantes en la historia de la humanidad. Razones como la facilidad de comunicación y la riqueza natural y alimentaria que estas proveen, han sido suficientes para que estos espacios generen atractivos y presión por su continuo crecimiento (Cochero y Milanés, 2014).

El acelerado proceso de urbanización de las ciudades, a partir de la revolución industrial, se vio reflejado en estas áreas, donde se estima que aproximadamente el 60% de la población mundial habita en ellas, (Cicin-Sain and Knecht, 1998). Las costas son espacios donde confluye una multiplicidad de actividades y procesos ecológicos y en muchos países han sido consideradas como ejes del desarrollo. En ellas, gran parte de la población hace uso de la oferta de sus recursos contribuyendo a actividades como la pesca, la industria, puertos, el desarrollo de las actividades, residencial, turística y comercial.

Colombia tiene un total de 3.882 km de costas entre el Océano Pacífico, Mar Caribe e insular, de los cuales, solo el Caribe ocupa 1.642 km (INVEMAR, 2012). Esta zona presenta una gran biodiversidad y constituye el motor fundamental de la economía regional, con características diferenciadas en el manejo y ocupación de su territorio, con distintas problemáticas por ser un espacio poblado inicialmente por culturas prehispánicas, que jugaron un papel importante durante la conquista y colonización del país, época en la cual no se evidenciaban problemas ambientales ni de ocupación territorial.

A diferencia de otros países como México, Brasil, Cuba, entre otros, en Colombia la

población asentada en la costa del Caribe solo alcanza el 12.5% del total nacional. En la región pacífica el 1.6% se concentra en pocos centros urbanos. Cartagena, Barranquilla y Santa Marta en el Caribe presentan el mayor número de población, (Alonso et al, 2003).

A partir de los años sesenta se inicia la transformación de este territorio por la actividad urbanizadora y la aparición de una insipiente actividad turística. Hasta este momento, las zonas costeras colombianas no cuentan con una normativa que reconozca el territorio marino costero como un área de tratamiento especial, que incluya una visión integrada de su manejo ambiental para hacer uso adecuado del entorno natural y del ordenamiento del territorio. En esta época se comienzan a formular planes reguladores para ordenar el crecimiento urbano en el país, pero fueron insuficientes, la realidad superó la norma y la planificación no se realizó de manera adecuada. Según Censo DANE de 1993, se estima que en Colombia el 74% de la población habita en zonas urbanas.

En los departamentos Atlántico y Bolívar del Caribe colombiano, la primera y segunda ciudad más poblada son Barranquilla y Cartagena de Indias respectivamente (Ver Figura 1). Barranquilla por su parte presenta el asentamiento costero de Puerto Colombia. En el caso de Cartagena de Indias, se localiza el sector turístico de Bocagrande con una estratificación socioeconómica alta, con un valor del metro cuadrado de construcción catalogado como de los más altos del país. Geográficamente es una flecha litoral transformada, con alta densificación y tipologías arquitectónicas de gran altura, en terrenos con rellenos de licuación baja como en el caso del sector El Laguito, que presentan alta vulnerabilidad y riesgo por efectos naturales y antrópicos. (Ver Figura 2).



**Figura 1:** Localización de los departamentos costeros Atlántico y Bolívar en el Caribe colombiano. (Fuente: POT, 2001; Cochero, 2017)



**Figura 2:** Localización del sector costero Bocagrande en Cartagena de Indias. (Fuente: POT, 2001; Cochero y Milanés, 2014)

## 2. Metodología

A través del estudio de la información obtenida por la revisión bibliográfica y del análisis de la realidad objetiva, se empleó el método de análisis y síntesis. En esta etapa se resume toda la información resultante de la caracterización y diagnóstico de los cuatro sectores costeros estudiados, los que se corresponden con los asentamientos de Puerto Colombia, Castillo Grande, Boca Grande y El Laguito, ubicados en las ciudades de Barranquilla y Cartagena de India respectivamente.

El método histórico-lógico se empleó al estudiar la evolución histórico-conceptual de los temas de vulnerabilidad, riesgos y desastres, así como en el análisis del progreso histórico en las ciudades analizadas. La técnica aplicada para medir la percepción de la comunidad y la institucionalidad, según las variables de análisis, fue la entrevista no estructurada o informal. Se tuvieron en cuenta para el uso de esta técnica algunos criterios proporcionados por Patton, (1987), mediante la cual se formulan preguntas de carácter abierto que permiten la flexibilidad y adaptación a las necesidades de la investigación. Se considera que los entrevistados

son personas que tienen un alto nivel de conocimiento sobre los problemas objetos de la investigación.

La entrevista tuvo como objetivo fundamental determinar la profunda visión de las problemáticas de vulnerabilidad y riesgo que más afectan el área de estudio y otras variables como: los conflictos entre actores, problemas de movilidad, inseguridad en el sector, ocupación del espacio público, densidad, índice de ocupación, reconocimiento sobre los límites de costas, principales amenazas, vulnerabilidades y riesgos así como el grado de conocimiento sobre si está o no preparada la ciudad para enfrentar eventos catastróficos. En este orden se aplicaron entrevistas a dos grupos de trabajo. El primero se dirigió a la comunidad organizada en los sectores costeros de estudio: a) Directivos de la asociación de habitantes de Bocagrande-Castillo Grande y el Laguito (ASOBOCALA); b) al 2% de la población residente en los diferentes sectores. Un segundo momento contempló la aplicación de entrevistas a personas procedentes del sector institucional: a) Secretaría Distrital de Planeación de Cartagena de Indias y Barranquilla y b) representantes de la Oficina de Gestión del Riesgo.

### 3. Desarrollo

El riesgo está implícito en cada dinámica de ocupación, producción y transformación que impone el ser humano en los territorios; el enfoque de derechos implica aumentar las competencias y capacidades de acción de las personas, organizaciones y sociedades para tomar decisiones asociadas al desarrollo (Meza 2015). En esta etapa se evalúa cómo los principales instrumentos aplicados en los territorios costeros enfocan la gestión del riesgo. Se profundiza en las etapas de las herramientas consultadas y se

determina que no todos tienen incorporado la variable de análisis de vulnerabilidades para aumentar la resiliencia en las ciudades objeto de estudio.

#### 3.1. *Identificación de riesgos en Cartagena de Indias*

Cartagena de Indias es la capital del departamento Bolívar, Colombia y es patrimonio cultural y mundial de la humanidad por la UNESCO. Según entrevista realizada a Alfonso Rafael Cabrera Cruz, jefe de la división de patrimonio del Instituto de Patrimonio y Cultura de Cartagena, los efectos del calentamiento global se notan en la ciudad desde hace varias décadas. Los monumentos de la ciudad de Cartagena se encuentran permanentemente inundados por largas temporadas. Los túneles del fuerte de San Fernando de Bocachica y el fuerte de San José, por solo citar un ejemplo, son de los sitios que se observan afectados.

La Ciudad Amurallada de Cartagena de Indias y la Isla de Tierra Bomba, también presentarán afectaciones (Ver Figura 3). Los escenarios del cambio climático prevén afectaciones de carácter permanente en estos sitios. Un estudio referido a los Lineamientos de adaptación al cambio climático para Cartagena de Indias, elaborado por el INVEMAR de conjunto con otras instituciones, señala escenarios de inundación fuerte y moderada del nivel medio del mar para los años 2019 y 2040 con grandes incrementos.

En el caso del sector turístico de Bocagrande, su litoral se encuentra transformado (Cohero y Milanés, 2014). Este sitio en el proceso de conquista y colonización fue utilizado como defensa. En los años 60 comienza a tener un crecimiento y ocupación del territorio sin una planeación adecuada,



con alta densificación de tipologías arquitectónicas en terrenos rellenos, donde de acuerdo con el mapa de riesgos del POT (2011), se presenta un suelo de licuación baja, frente a una problemática ambiental y de vulnerabilidad alta por efectos naturales

y antrópicos con gran riesgo de erosión y aumento del nivel del mar. Cabe destacar que es un sector de estrato 6, en donde el metro cuadrado de construcción, después del centro histórico, es el más costoso no solo en la ciudad sino en el país. (Ver Figura. 4).



**Figura 3:** Un antes y un después de los incrementos del nivel del mar en uno de los baluartes de Cartagena de Indias. (Fuente: Cabrera, 2016)



**Figura 4.** Vulnerabilidad por inundaciones en edificaciones localizadas en el sector costero Bocagrande. (Fuente: Cochero y Milanés, 2014; periódico El Universal)

Otros problemas manifiestos lo constituyen la ubicación de edificaciones en zonas de peligro por penetraciones del mar ante eventos hidrometeorológicos, el otorgamiento de excesivas micro localizaciones que aumentan la densidad del área y limitan los espacios verdes. El incremento de la contaminación de las aguas marinas por la poca previsión de sistemas de tratamiento de residuales de las aguas negras. Problemas de drenaje pluvial por falta de redes de drenaje que

ocasionan obstrucción e inundaciones en vías automotoras y peatonales, entre otros problemas y conflictos importantes.

### ***3.2. Identificación de riesgos en Barranquilla***

Barranquilla es la capital del departamento del Atlántico y puerto fluvial y marítimo. Es Oficialmente Distrito Especial, Industrial

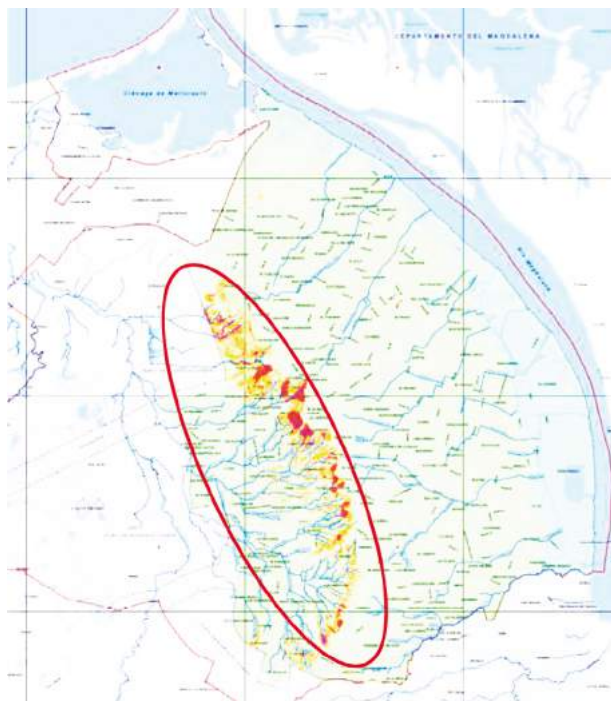


y Portuario. Está ubicada sobre el margen occidental del Río Magdalena, a 7.5 km de su desembocadura en el mar Caribe, y es la cuarta ciudad más poblada del país con 1.386.895 habitantes (CENSO 2005) para un total de 1.997 habitantes como área metropolitana. Está constituida por los municipios de Soledad, Malambo, Galapa y Puerto Colombia. Su estudio sobre el proceso de urbanización y problemas de movilidad y ocupación del espacio público se realiza teniendo en cuenta su carácter metropolitano, debido a que la mayoría de la población flotante proviene de estos sitios.

El caos urbanístico que la ciudad de Barranquilla ha vivido, ha estado derivado por la falta de planeación desde la época en que el fenómeno de las migraciones ocupó su territorio en los años sesenta, por la deficiente gobernabilidad en distintas épocas de su historia y la falta de medidas que controlaran eficientemente la ocupación de los espacios públicos (Cochero, 2017).

La ciudad presenta algunos riesgos por la presencia del río Magdalena. La ciudad ha sido planificada por debajo de la cota del mismo, lo cual provoca continuas inundaciones en épocas de lluvias. Otro aspecto que resalta lo constituyen las zonas de riesgos y amenazas por remoción de masa y, los arroyos que, aunque se encuentran canalizándose poco a poco aún constituyen un verdadero problema en la ciudad en los períodos de lluvia, (Ver Figura 5).

La ciudad de Barranquilla también presenta serios problemas de movilidad provocado por diversas causas. Destaca que hacia el interior de la ciudad acceden rutas de buses de los distintos municipios del departamento, por la ausencia de una terminal intermunicipal en las afueras de la misma que se articule con el sistema de transporte masivo de la urbe. El único municipio que hace parte del área metropolitana en donde su población usa el sistema con estación propia es Soledad.



**Figura 5.** Zona de riesgo por remoción de masas o deslizamientos en Barranquilla. (Fuente: POT, 2013; Cochero, 2017).

Malambo, Galapa y Puerto Colombia no cuentan con este sistema de transporte y sus rutas de buses ingresan a Barranquilla y atraviesan gran parte de ella, lo que contribuye a aumentar el caos en la movilidad, especialmente en los días laborales, produciéndose continuos trancones (Cochoero, 2017). Los andenes se usan como zona de parqueos, son poco accesibles y en muchos casos no hay continuidad. Se ocupan separadores y en los semáforos de las principales calles abundan personas que practican la economía del ingreso diario por venta informal.

De igual manera no se ha dado un control urbano riguroso para evitar que se construya en zonas de laderas que ponen en riesgo, no solo la inversión, sino la vida del hombre y la estabilidad económica de muchas familias, las cuales desconocen las consecuencias de riesgo que pueden tener cuando se ubican en estas áreas.

Por otra parte, aunque en los últimos años se han construido obras para recuperar el espacio público, como es el caso de la plaza de San Nicolás y Avenida del Río, existen muchas áreas no intervenidas aún. La ciudad cuenta actualmente con un área de 0,85m<sup>2</sup> de espacio público por habitante.

Como parte del área metropolitana de Barranquilla, se localiza el asentamiento de Puerto Colombia, donde el mar ya ha provocado severos impactos en la línea de costa. Este puerto en sus inicios era uno de los principales del país y hoy ha quedado redimido en la nada. Su atraque se perdió por los embates del mar, las acciones del oleaje y los procesos de erosión costera (Ver Figura 6).

## 4. Diagnóstico de riesgos

### 4.1. El caso de Cartagena de Indias

En Cartagena de Indias se evidencia un retroceso de la línea de costa y la pérdida de arenas en el ecosistema de playas. Paralelamente se aprecia un aumento de problemas y conflictos que viene afectando al patrimonio costero. Todo lo expuesto va en detrimento de la calidad de vida de la población. El continuo ascenso del nivel medio del mar por los cambios climáticos ha provocado una afectación del sistema natural y antrópico.



**Figura 6:** Imágenes del atraque de Puerto Colombia (Fuente: Arnedo y Cabrera, 2016)

Hoy existen estudios como los desarrollados por el IPCC (2007), INVEMAR (2003) (2008), Torres y Afanador (2006), que describen los incrementos del nivel medio del mar que para el 2030 tendrá la ciudad. Los peligros por inundación costera afectarán a los habitantes y turistas y generarán varios problemas dentro de los que destacan: el detrimento de la calidad de vida de la población que habita en la urbe, la pérdida de los ecosistemas de playas, el aumento de conflictos por diferencias de usos e intereses, la afectación a los sectores industriales, hoteleros y al patrimonio cultural costero. Esto deriva en una disminución del empleo, y en una devaluación de la propiedad particular y estatal.

Las principales vulnerabilidades se representan en las viviendas y en los sistemas viales. Las penetraciones del mar provocan ya una alteración en la movilidad peatonal y vehicular de los sectores costeros más vulnerables, dentro de los que destacan los asentamientos de Castillo Grande, Bocagrande y el Laguito.

Según se reporta en los trabajos del IPCC (2007) e INVEMAR (2003), la erosión costera se intensificará generando en algunas zonas perdidas de playa de alrededor 7 metros. Esto tiene su incidencia en la sostenibilidad del turismo de Cartagena. El continuo ascenso del nivel medio del mar se vislumbra como amenaza al sector turístico. Gran parte de las zonas más visitadas por turistas internacionales y nacionales son sitios reconocidos como patrimonio arquitectónico y se localizan en la primera línea de costa. Estas permanecerán inundadas especialmente en la temporada de fin de año, época de mayor afluencia turística.

Una de las causas que interviene en los grandes problemas de la ciudad, es la ausencia de un Plan Especial de Manejo y

Protección del Centro Histórico (PEMP). Este plan tiene más de trece años de gestación y según Cabrera (2016), por diversas causas se han dilatado los términos para su implementación y aprobación.

Los actuales Planes Generales de Ordenamiento Territorial y Urbano, elaborados para los sectores costeros de Bocagrande, Castillo Grande y el Laguito, también se encuentran desactualizados. Dentro de los esquemas de desarrollo y las nuevas propuestas de conservación para el borde costero se encuentran la construcción de espolones en la línea litoral, el levantamiento de esclusas, el diseño de un esquema general de defensas marinas y la continua demanda por parte de arquitectos y planificadores para la elaboración e implementación de la tan necesitada resolución para implementar el Plan Especial de Manejo y Protección del casco histórico de Cartagena. Este plan establece que corresponderá a la Alcaldía Mayor de Cartagena de Indias la *implementación y ejecución del Plan Especial de Manejo y Protección para el Área Afectada y la Zona de Influencia*, lo que incluye la realización de los ajustes necesarios y del fortalecimiento del grupo intergubernamental de cambio climático (IPCC) y demás dependencias correspondientes, para que de manera integrada tributen a la gestión eficiente del plan.

### **Diagnóstico Ambiental Urbano del sector costero Bocagrande**

Para la elaboración del Diagnóstico Ambiental Urbano (DAU) del sector costero Bocagrande, se partió del examen de las categorías y variables de análisis definidas en esta investigación, las cuales fueron resultantes del estado del arte de los diferentes métodos analizados. De este modo se evaluaron los aspectos cognitivo-culturales y de vulnerabilidad costera mediante el

empleo de la matriz DAFO y las técnicas de encuestas y entrevistas.

### **Procesamiento de la aplicación de las técnicas de entrevistas y encuestas**

La aplicación de ambas técnicas para el caso de Cartagena de Indias permitió obtener los siguientes resultados. De acuerdo con el mapa de riesgos que presenta la Oficina de Planeación, los barrios de Castillo Grande y Bocagrande son de riesgo moderado y, el sector de El Laguito presenta licuación baja. Dentro de las amenazas naturales más frecuentes en el área, se encuentran los ciclones tropicales, tormentas locales severas y las combinaciones de éstas con los frentes fríos. Estos fenómenos hidrometeorológicos generan afectaciones por intensas lluvias y penetraciones del mar. La población en general describe como amenazas más frecuentes las inundaciones costeras por penetración del mar, la elevación del nivel del mar y la licuación. Estos análisis se procesaron por grupos sociales.

En el caso del ascenso del nivel del mar en la zona de estudio, según el INVEMAR, se registran ascensos de 15 a 22 cm en los últimos 100 años y, se calcula que pueden esperarse aumentos mayores en el orden de 2 a 5 mm por año, que llegarían a alcanzar entre 80 cm y 1 m para el año 2100. Este incremento traerá como consecuencias la pérdida paulatina de grandes áreas de terreno y la extensión de las inundaciones ocurridas durante los periodos invernales, así como “mares de leva” que generan inundaciones y retrocesos significativos en la zona litoral en todas las áreas bajas del sector, (INVEMAR, 2012).

### **Principales amenazas costeras y sus riesgos**

En este acápite se analizan las amenazas costeras ante penetraciones del mar. Se

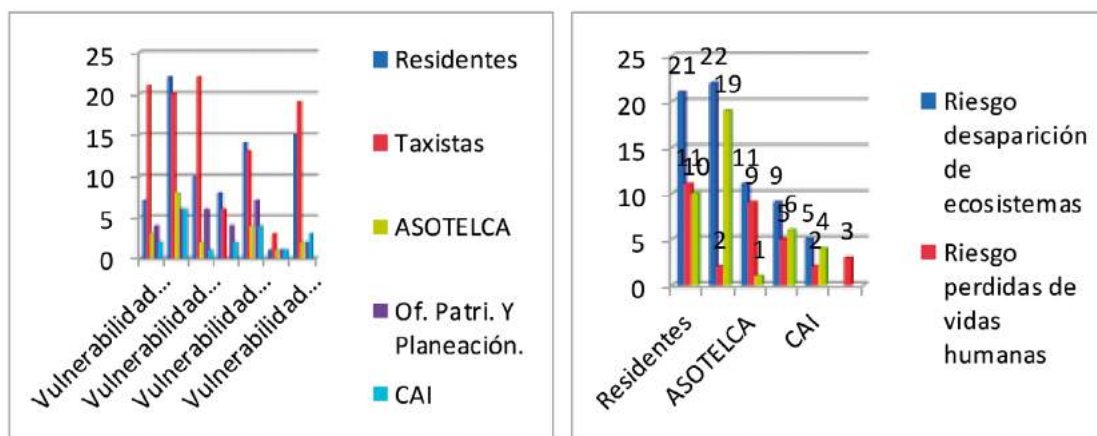
evalúa la longitud de la penetración por categoría de huracán I, III y V. En el caso de los fuertes vientos se contabilizan 34 edificaciones afectables debido al estado del fondo edificado lo cual contempla una población de 1239 habitantes.

Las intensas lluvias provocan serias afectaciones producto del estado técnico de las redes. En este caso las principales zonas de inundación por intensas lluvias se localizan en todos los barrios del sector. En cuanto al comportamiento de las vulnerabilidades estructural, no estructural, funcional, social, ecológica e institucional, las técnicas empleadas arrojaron que prima en el sector las vulnerabilidades social y no estructural, debido al estado técnico de las redes de alcantarillado y la no existencia de redes para el drenaje de las aguas pluviales. Le suceden en orden de importancia las vulnerabilidades institucional y estructural. El análisis de los principales riesgos evidenció que la desaparición de ecosistemas costeros y la contaminación de las aguas figuran dentro de los más importantes. (Ver Figuras 7 y 8).

En el desarrollo de cada uno de los análisis parciales ya descritos, se visualiza que el sector costero presenta una serie de restricciones funcionales y estructurales acumuladas durante sus existencia, los cuales son el resultado del desarrollo económico y social experimentado, el que se ha visto afectado en los últimos años. Todo ello permite una visión general de la costa particularizando aquellos elementos que obstaculizan y producen efectos negativos para el buen desempeño de las relaciones funcionales y la estructura actual.

## **4.2. El caso de Barranquilla**

En las políticas del gobierno actual de la ciudad de Barranquilla, se contempla el



**Figura 7 y 8:** Gráfico de barras sobre vulnerabilidades y riesgos del sector turístico Bocagrande, que incluye Castillo Grande y el Laguito. (Fuente: Cochero y Milanés, 2017)

mejoramiento del espacio público en parques y en la red de conexiones verdes, así como la generación de nuevos espacios, como mecanismo de oportunidad para el fortalecimiento de aspectos ambientales y de mitigación del riesgo.

Hay acciones que apuntan a recuperar y minimizar los problemas surgido en los años sesenta como la recuperación de espacio público de la calle 30, el sector de la plaza de San Nicolás y, el Paseo Bolívar. Lo cierto es que no existe un seguimiento efectivo para esta problemática en otros sectores de la ciudad, como es el caso de la Calle 72, la carrera 38 y 46 y la Calle 93 con 46, (Cochero, 2017).

El decreto 1504 de 1998, establece el índice mínimo de espacio público y considera que las zonas verdes son todas aquellas superficies de uso público, excluyendo de éstas las áreas destinadas al sistema vial. Supone que el déficit de espacio público hace referencia a la carencia de elementos del espacio público efectivo, en relación con los habitantes permanentes del territorio, representado en metros cuadrados por habitante ( $m^2/hab.$ ). Para el caso de Barranquilla, la oferta del espacio público es

muy baja al solo alcanzar un  $0,85 m^2/hab.$

El déficit cuantitativo es alto en todos los sectores de la ciudad. Las áreas de nuevo desarrollo como Miramar, Buenavista, Villa Santos, Villa Carolina, Paseo de la Castellana, entre otras, superan tímidamente la relación de espacio público por habitante promedio distrital, con un indicador de  $2,77 m^2/hab.$ , a diferencia de la localidad Suroccidente que es de  $0,39 m^2/hab.$  y, en la localidad Norte Centro Histórico  $1,42 m^2/hab.$  Este programa del gobierno ha conseguido recuperar y habilitar 47 parques de los 187 existentes. Según Foro Hídrico desarrollado en diciembre del 2015, Barranquilla ha rescatado más áreas de recreación activa y pasiva, representada en  $350.244 metros^2$ , lo cual equivale al 29,80% del total de metros cuadrados de zonas verdes y espacio público lúdico-recreativo existente en la ciudad (Cochero, 2017).

En la ciudad existen serios problemas de movilidad en la principal vía durante las horas picos y en los días laborales. No se tiene una solución para los buses intermunicipales que ingresan a la urbe diariamente proveniente de los distintos municipios del departamento. La ciudad no cuenta con



espacios adecuados para fomentar el uso de la bicicleta.

La solución de escoger un lugar restringido en las vías existentes no es una solución viable, ya que no se garantiza la seguridad de quienes transitan en estos espacios. En el actual plan de desarrollo, se contemplan acciones para facilitar la conectividad intermodal y la accesibilidad de personas y de vehículos de carga a los diversos sectores de la metrópoli, mediante la integración de todos los modos de transporte, que favorezca un nuevo modelo de ciudad resiliente e impulse a Barranquilla a una mejor relación con los municipios del Área Metropolitana y la Región, (PDB, 2016). Del mismo modo, tal como fue planteado anteriormente, es muy serio el problema de los arroyos en Barranquilla y su impacto en la vida de la comunidad. Esto por supuesto también genera serios problemas de movilidad en épocas de lluvias, los cuales ya están siendo resueltos con el apoyo del gobierno (ver Figura 9).

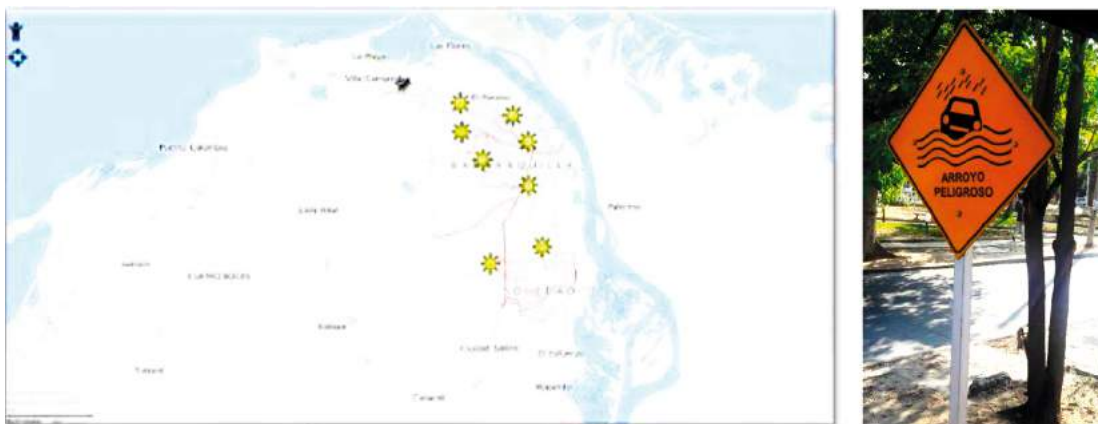
La localización de estos arroyos en numerosas arterias principales de la urbe, requiere un proceso de canalización que

ha sido estudiado por la dirección de planeamiento del departamento, (Ver Figura 10). La identificación y sistematización cartográfica de las zonas inundables de la ciudad por efecto de los arroyos, así como la ubicación de señales de peligro en las vías de tránsito, han sido herramientas eficaces para la prevención del riesgo, en la cual se ha trabajado con apoyo de las oficinas de Atención y Prevención de Desastres y Foro Hídrico. Cada información fue incorporada al Plan de Ordenamiento del Territorio (POT) y al Plan departamental de gestión del riesgo.

El problema de los arroyos ha cobrado tantas víctimas por años, que más de 90 personas ya han fallecido por la crecida de ellos en Barranquilla, (ver Figura 11). Para continuar resolviendo este problema, actualmente se están ejecutando diferentes obras de canalización en vías como la carrera 54, cuya obra marcha en un 35%. Las canalizaciones de los arroyos en la carrera 65 y en la calle 21, también conocida como arroyo de Rebollo, así como en Felicidad, el Country, Calle 92, entre otras arterias, se encuentran también casi a punto de concluir.



**Figura 9.** Forma en que se producen los arroyos en Barranquilla. (Fuente: El Herald, 2017)



**Figura 10.** Principales arroyos ubicados en la ciudad de Barranquilla y señalización de vías peligrosas (Fuentes: El Tiempo, 2014 y Milanés, 2017).



**Figura 11.** Contabilización de víctimas en más de 9 arroyos diferentes (Fuente: El Herald, 2015):

Otras proyecciones desde la gobernación para resolver el problema de los arroyos, es la gestión de un sistema de monitoreo de estos, para lo cual se vienen revisando y compartiendo experiencias sobre algunas propuestas de Sistemas de Alertas Tempranas que existen ya en el mundo.

Estos proyectos han estado acompañando por las Secretarías de Infraestructura y de Movilidad y se trabaja en adoptar las medidas que más se acerca a las necesidades económicas del territorio (Nacer, 2018). Un ejemplo de ello es el proyecto desarrollado para el área Metropolitana de Barranquilla,

donde se diseñó y desarrollo un prototipo de Sistemas de Alertas Tempranas (SAT), basado en redes TIC para la aplicación en los arroyos de la ciudad de Barranquilla. Este proyecto promueve la Reducción del Riesgo de Inundaciones Súbitas y Fenómenos Atmosféricos, siendo un prototipo experimental de un SAT, que permite entregar datos importantes en tiempo real a la ciudadanía sobre el nivel, caudal, y fuerza de empuje del arroyo "La Brigada", e indicar su nivel de peligrosidad. Estos datos pueden ser visualizados en una plataforma web para que la ciudadanía tome medidas preventivas frente a la amenaza que representa dicho arroyo, (Acosta, 2013).

De acuerdo con la Agencia Distrital de Infraestructura de la Alcaldía, el problema de los arroyos que se genera en Barranquilla, se debe a la ausencia del sistema de drenaje pluvial de la ciudad. Las vías son las recolectoras de estas aguas de lluvia y funcionan como alcantarillado. El crecimiento urbano acelerado y, la ausencia de lotes libres y de grandes áreas verdes, propicia que la situación se vuelva más crítica, al no garantizarse la impermeabilidad natural que puede tener el territorio. La estratificación social y la intensiva actividad constructiva promueve la pavimentación de los territorios privados, observándose cada día menos espacios verdes como jardines, parterres, patios interiores, zonas de antejardines, los cuales, aparte de oxigenar la ciudad, cumplen funciones de evacuación natural de aguas de lluvias, (Herrera 2018).

En la canalización de los arroyos de Barranquilla intervienen la Secretaria de obras públicas y otras empresas como el caso del consorcio UT Vial 2017, integrado por las firmas Castro Techerassi, A Construir S.A. y Viñas-Russi, (Contreras y Patiño, 2017). Según Herrera (2018), los fondos monetarios ascienden a más de 665.000

millones de pesos colombianos para la inversión de algo más de seis kilómetros de vías canalizadas.

El Distrito de Barranquilla en su Plan de Desarrollo denominado Barranquilla Capital de Vida 2016-2019, incluyó la política *Adaptándonos al Cambio Climático y Gestión del Riesgo*. Este plan aborda de manera integral la gestión del riesgo de desastres, como un proceso social en el que todos los ciudadanos son responsables del uso y de la ocupación sostenible del territorio urbano. El plan promueve la inversión de recursos sociales y económicos, a modo de elevar la seguridad, resiliencia y calidad de vida de las personas. También promueve el desarrollo de la ciudad en relación con la sustentabilidad y sostenibilidad ambiental.

Debido a la problemática de los arroyos anteriormente mencionado, y como otra acción de resiliencia urbana, se desprende el Programa *Barranquilla sin Arroyos*, el cual está diseñado para la recuperación de los componentes del sistema hídrico mediante el desarrollo de proyectos hidráulicos, lo cual incluye la construcción de nuevos canales pluviales, vías canales, mantenimiento de caños y programas de manejo de cuencas hídricas. Todos estos programas van acompañados de una estrategia que contiene planes de mantenimiento, limpieza, canalización y/o revestimiento de vías y tragantes, contribuyendo al desarrollo, bienestar y mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones presentes y futuras (Alcaldía de Barranquilla, 2016).

## 5. Conclusiones

Se determina que las ciudades costeras objetos de estudio están altamente antropizadas. En el caso de los sectores estudiados en Cartagena de Indias, su desarrollo

## Referencias

ha estado condicionado al auge turístico y residencial alcanzado, así como por la densidad poblacional asentada en la ciudad histórica y en los perímetros costeros de su área.

El sector costero de Puerto Colombia presenta serios problemas de vulnerabilidad, donde han ocurrido penetraciones del mar e inundaciones. Esto también ocurre en Castillo Grande y Boca Grande, ubicados en Cartagena, elemento que afecta considerablemente la vía de comunicación y los barrios ubicados en esta zona.

La ciudad de Barranquilla presenta serios problemas de movilidad y accesibilidad, sobre todo en determinadas horas del día, especialmente en sus arterias y vías colectoras. La invasión del espacio público, contribuye activamente con los problemas de movilidad y accesibilidad. También se demostró la alta vulnerabilidad y los riesgos existentes ante inundaciones derivadas de la crecida de los arroyos en épocas de lluvia. Este problema ha ocasionado pérdidas de vidas, de automóviles y otros tipos de vehículos y por ello ya se desarrollan diferentes acciones de canalización y proyectos para generar Sistemas de Alertas Tempranas, los cuales van dando respuesta favorable a la gestión del riesgo y a elevar la resiliencia urbana.

A pesar de que en los planes de desarrollo de la ciudad de Barranquilla se contemplan acciones para facilitar la conectividad y accesibilidad de personas y el transporte de carga a los diversos sectores de la urbe, el plan de ordenamiento del territorio no ha logrado resolver los múltiples problemas de crecimiento urbano, movilidad y accesibilidad presentes en la ciudad capital del Departamento del Atlántico.

Acosta Coll Melisa Andrea, (2013). Sistemas de Alerta Temprana (S.A.T) para la Reducción del Riesgo de Inundaciones Súbitas y Fenómenos Atmosféricos en el Área Metropolitana de Barranquilla. *Scientia et technica*. Vol. 18, Núm. 2 (2013) Universidad Tecnológica de Pereira. 303-308 pp. DOI: <http://dx.doi.org/10.22517/23447214.8661>

Alcaldía de Barranquilla. 2016 **Proyecto de arroyos**. Canalización de arroyos. Disponible en <http://www.barranquilla.gov.co/adi/index.php/arroyos/proyecto-de-arroyos>

Alonso D. et al. (2003): *Conceptos y Guía Metodológica para el Manejo Integrado de Zonas Costeras en Colombia, manual 1: preparación, caracterización y diagnóstico*. Serie de documentos generales de INVEMAR, No. 12, pp. 15-16.

Alcaldía Mayor de Cartagena de Indias (2001): Secretaría de Planeación Distrital. *Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito Cultural y Turístico de Cartagena de Indias – Síntesis del Diagnóstico*. Cartagena. 29 pp.

Alcaldía de Barranquilla (2001): *Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito de Barranquilla– Síntesis del Diagnóstico*. Barranquilla 2001. 29 pp.

Arnedo Redondo Bertha Lucia y CABRERA Cruz Alfonso Rafael. (2016): El Patrimonio Cultural de Cartagena de Indias, Cambio Climático y Turismo, Varios Riesgos. Instituto de Patrimonio y Cultura del Cartagena (IPCC).

Barragán Muñoz, Juan M (2003): *“Medio Ambiente y desarrollo en áreas litorales. Introducción a la Planificación y Gestión Integradas”*. Universidad de Cádiz. 320 pp.



- CE (1999): Comisión Europea: “*Hacia una estrategia europea para la gestión integrada de las zonas costeras. Principios generales y opciones políticas*”. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas. ISBN 92-828-6460. 80 pp.
- Cicin-Sain, Biliانا, KNECHT, R.W (1998): *Integrated coastal and ocean management – concepts and practices*. Washington: Island Press, pp.13-20.
- CIOH (2009): Centro De Investigaciones Oceanográficas E Hidrográficas, Universidad de Cartagena & Secretaria de Planeación del Distrito. *Evaluación de Propuestas Presentadas para la Solucionar el Problema de Inundaciones de Cartagena de Indias* y Elaboración del Documento Presentado al Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para Solicitar los Recursos Necesarios para Financiar esta solución. Cartagena. 134 pp.
- Cochero Cermeño, Rosario y Milanés Batista, Celene (2014): “Estrategia para el ordenamiento y manejo integrado costero del Sector Bocagrande, Castillo Grande y el Laguito como respuesta al modelo de ocupación del territorio”. Memorias del III Congreso Internacional Medio Ambiente Construido Desarrollo Sustentable MACDES. 14 p. ISBN. 978-959-261-467-3.
- Cochero Cermeño, Rosario y Milanés Batista, Celene (2016): Transformaciones e intervenciones urbanas en las ciudades litorales del Caribe colombiano, un reto hacia la sostenibilidad: caso Barranquilla, Cartagena y Santa Marta. Libro de memorias del 4to Congreso Internacional Medio Ambiente Construido y Desarrollo Sustentable. MACDES ISBN. 978-959-261-533-5.
- Contreras Denis y Patiño M Eduardo. Periódico El Heraldo, Barranquilla. Publicado el 05 de octubre de 2017. Disponible en <https://www.elheraldo.co/barranquilla/asi-van-las-obras-de-canalizacion-de-cuatro-arroyos-en-barranquilla-409185>
- Decreto 1504 (1998): por el cual se reglamenta el manejo del espacio público en los planes de ordenamiento territorial en Colombia. 12 pp.
- El tiempo (2014): En Barranquilla ya se puede saber en dónde y qué tan fuerte llueve, en <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-14876795>, acceso el 25 de noviembre de 2017.
- El heraldo (2015): Sistema de arroyos de Barranquilla en <https://www.elheraldo.co/infografias/sistema-de-arroyos-de-barranquilla-222308>, acceso 20 de noviembre de 2017.
- Herrera Delgans Leonardo. EL TIEMPO. 13 de mayo 2018. Disponible en <https://www.eltiempo.com/colombia/barranquilla/los-arroyos-en-barranquilla-siguen-causando-danos-pese-a-las-obras-que-se-estan-realizando-216874>
- INVEMAR (2003): Programa Holandés de Asistencia para Estudios de Cambio Climático. Colombia: “Definición de la Vulnerabilidad de los Sistemas Biogeofísicos y Socioeconómicos debido a un Cambio en el Nivel del Mar en la Zona Costera Colombiana (Caribe y Pacífico) y Medidas de Adaptación. Programa de Investigaciones Para la Gestión Marina y Costera – GEZ. Santa Marta, Colombia.
- INVEMAR (2008): Adaptación Costera al Ascenso del Nivel del Mar. Insumos al documento segunda comunicación Nacional de Colombia. The Netherlands Climate Assistance Programme NCAP Colombia: Capacity building to improve adaptability to sea level rise in two vulnerable points of the Colombian coastal areas (Tumaco-Pacific coast



and Cartagena-Caribbean coast) with special emphasis on human populations under poverty conditions. Santa Marta, Colombia.

INVEMAR-MADS (2012): Alcaldía Mayor de Cartagena de Indias-CDKN. Lineamientos para la adaptación al cambio climático de Cartagena de Indias. Proyecto Integración de la Adaptación al Cambio Climático en la Planificación Territorial y Gestión Sectorial de Cartagena. 120 pp.

IPCC (2007): Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático. Cambio climático. Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al IV de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Ginebra, Suiza.

Meza, C. (2015). La gestión del riesgo bajo un enfoque sostenible y de derechos. Módulo Arquitectura CUC, Vol.14 N°2 41-62.

Milanés Batista, Celene; Botero Saltaren Camilo y COCHERO Rosario (2016): *Ciudades litorales del Caribe: Santiago de Cuba, un ejemplo de transformación urbana sostenible*. Libro de memorias de la II Conferencia Internacional de la Asociación Colombiana de Estudios del Caribe. ISBN: 978-958-589

Nacer Cid José Ramón. (2018) "Sistema informático Web, para la Gestión Integrada de Alertas Temprana SIAT, en el Manejo Integrado de Zonas Costera" Tesis en

Opción al Grado Académico de Master en Manejo Integrado de Zonas Costera Centro de Estudios Multidisciplinarios de Zonas Costeras (CEMZOC) Universidad de Oriente. Tutores. Dra. Celene Milanés Batista y Dr. Liber Galván.

Olsen Stephen, Kem Lowry, Jim Tobey (1999): *"Hacia una metodología común de aprendizaje. Una guía para evaluar el progreso en el manejo costero"*. Centro de recursos costeros de la Universidad de Rhode Islan. Programa Ambiental Regional Centroamericano, PROARCA/COSTAS. Banco Interamericano de Desarrollo. Agencia de los Estados Unidos de América para el Desarrollo Internacional, Usaid. Agencia sueca para el Desarrollo Internacional, pp. 34-45.

PDB (2016): *Plan de desarrollo 2016- 2019* Alcaldía de Barranquilla. Plan De Desarrollo. Secretaría de Planeación Distrital.

PE (2015): Un punto de encuentro en <http://www.arroyosdebarranquilla.co/> acceso el 12 de septiembre de 2017.

PMGR (2014) Atlántico Plan departamental de gestión del riesgo Atlántico. Consejo Departamental de Gestión del Riesgo.

POT (2008): Plan De Ordenamiento Territorial del Distrito Especial, Industrial y Portuario de Barranquilla Compilado. Distrito Especial, Industrial y Portuario De Barranquilla. Secretaria Distrital de Planeación. Barranquilla, Colombia.

## CELENE MILANÉS BATISTA

Arquitecta (1995). Máster en Conservación y Rehabilitación del Patrimonio Construido, (Universidad Tecnológica de la Habana “José Antonio Echeverría”, 2003). Master en Ciencias en Manejo Integrado de Zonas Costeras, (Universidad de Oriente, 2004). Doctora en Ciencias Técnicas (Universidad de Oriente, 2014). Post-doctorada por el Departamento de Geografía, Instituto de Filosofía y Ciencias Humanas, (Universidad Federal do Pará, Brasil, 2018). Especializada en gestión territorial sostenible y en manejo integrado de riesgos urbanos y marino-costeros. Su actividad científica está ligada a la planificación y al desarrollo regional de las zonas costeras. Investiga temas vinculados al análisis de amenazas, vulnerabilidades y riesgos, así como la evaluación de impactos del cambio climático en asentamientos humanos. Desarrolla proyectos afines a la implementación de medidas de adaptación para el planeamiento y la resiliencia urbana, la regeneración costera en islas y territorios vulnerables. Posee experiencia de colaboración con redes Iberoamericanas, formando capacidades e investigando en temas de Manejo Integrado de Zonas Costeras, confort ambiental y uso de materiales alternativos en ecosistemas frágiles. Miembro del Grupo de Investigación en Gestión Ambiental y Sostenibilidad (GESSA) del Departamento de Civil y Ambiental, Universidad de la Costa (CUC). Evaluadora externa del Ministerio de Educación Superior en Cuba de los programas de acreditación de maestrías. Fue coordinadora de la Maestría en Manejo Integrado de Zonas Costeras, Universidad de Oriente (2012-2018) y actual coordinadora de la Maestría de Desarrollo Sostenible de la CUC.

## CLAUDIO FABIAN SZLAFSTEIN

Licenciado en Geología con diploma de Honor (1991, Universidad de Buenos Aires, Argentina), Maestro en Ciencias Ambientales (1995, Universidad de Hokkaido, Japón), y Doctor en Ciencias Naturales – Geografía “Magna cum Laude” (2003, Universidad de Kiel, Alemania). Desde 1995 es profesor asociado de la Universidad Federal de Pará–UFPA (Brasil), con actividades de enseñanza e investigación en el Instituto de Geociencias, en el Núcleo de Medio Ambiente y en el Instituto de Filosofía y Ciencias Humanas. Fue director general del Núcleo de Medio Ambiente y Coordinador del Programa de Maestría en Gestión de Recursos Naturales y Desarrollo Sostenible en la Amazonia. Actualmente es director de relaciones internacionales de la UFPA. Investigador del Consejo Nacional de Investigación del Brasil (CNPq). Líder de grupo de estudios en desastres en la región amazónica del CNPq. Trabaja en áreas de interés científica como la Vulnerabilidad y adaptación a cambios climáticos, Gestión de riesgos de desastres, Planificación territorial y costera. Ha coordinado e integrado muchos proyectos de investigación financiados por la NSF (USA), Comunidad Europea, y CAPES–CNPq (Brasil). Autor de más de 30 artículos publicados en revistas científicas indexadas, 3 libros, y más de 18 capítulos de libro. Revisor de diversas revistas científicas. Presidente del International Institute of Environmental Creation (Japón) y presidente regional de la Asociación Brasileña de Geología de Ingeniería y Ambiental. Es miembro consultor de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y autor revisor del informe AR6 del IPCC. Recibió diversos premios científicos internacionales. Consultor del Servicio Geológico del Brasil y de la Cooperación Internacional de Alemania desde 1997.

